85-0197/

The **Economic Council of Canada** was established in 1963 by Act of Parliament. The Council is a Crown corporation consisting of a Chairman, two Directors and not more than twenty-five Members appointed by the Governor in Council.

The Council is an independent advisory body with broad terms of reference to study, advise and report on a very wide range of matters relating to Canada's economic development. The Council is empowered to conduct studies and inquiries on its own initiative, or if directed to do so by the Minister, and to report on these activities. The Council is required to publish annually a review of medium- and long-term economic prospects and problems. In addition it may publish such other studies and reports as it sees fit.

The Chairman is the Chief Executive Officer of the Council and has supervision over and direction of the work and staff of the Council. The expenses of the Council are paid out of money appropriated by Parliament for the purpose.

The Council as a corporate body bears final responsibility for the *Annual Review*, and for certain other reports which are clearly designated as *Council Reports*. The Council also publishes *Research Studies*, *Discussion Papers* and *Conference Proceedings* which are clearly attributed to individual authors rather than the Council as a whole. While the Council establishes general policy regarding such studies, it is the Chairman of the Council who bears final responsibility for the decision to publish authored research studies, discussion papers and conference proceedings under the imprint of the Council. The Chairman, in reaching a judgment on the competence and relevance of each author-attributed study or paper, is advised by the two Directors. In addition, for *authored Research Studies* the Chairman and the two Directors weigh the views of expert outside readers who report in confidence on the quality of the work. Publication of an author-attributed study or paper signifies that it is deemed a competent treatment worthy of public consideration, but does not imply endorsement of conclusions or recommendations by either the Chairman or Council members.

The Adoption of Computer Technology by Insurance Companies

The Author

Steven Globerman

Born in New York City, he holds a B.A. from Brooklyn College, an M.A. from UCLA, and a Ph.D from New York University. He has held faculty positions at York University, University of California at Irvine, and University of British Columbia. He is currently a professor at Simon Fraser University in the Faculty of Business Administration, where he continues to do research on the economics of innovation and technological change.

STEVEN GLOBERMAN

The Adoption of Computer Technology by Insurance Companies

The findings of this study are the personal responsibility of the author and, as such, have not been endorsed by the Members of the Economic Council of Canada.

© Minister of Supply and Services Canada 1984

Available in Canada through

Authorized Bookstore Agents
and other bookstores

or by mail from

Canadian Government Publishing Centre
Supply and Services Canada
Ottawa, Canada K1A 0S9

Catalogue No. EC 22-119/1984E
ISBN 0-660-11619-7

Canada: $4.95
Other Countries: $5.95

Price subject to change without notice

Cette étude est également disponible en français sous le titre : *L'informatique dans les compagnies d'assurance.*

Contents

Acknowledgments		**vii**
1	**Introduction and Review**	**1**
	The Policy Setting	1
	Innovation and the Sample Industry	2
	An Overview of the Diffusion Literature	3
	Concluding Comments	5
2	**The Early Use of EDP in Canada's Insurance Industry**	**7**
	General Background	7
	Automation Comparisons across Industries	7
	Early Application of EDP	8
	Early Users of EDP	10
	Survey Results	14
	Summary	14
3	**Later Stages of EDP Adoption**	**17**
	The Use of Service Bureaus	17
	Minicomputers and Network Systems	18
	Intensity of EDP Use in Canadian and U.S. Insurance Companies	19
	Barriers to the Scaling-Down Process	21
	Summary	22
4	**Summary and Policy Implications**	**25**
	The Causes of the Diffusion Lag	25
	"Market Failure" Attributes of the Diffusion Lag	25
	Education and Manpower Training	27
	Policy Implications	28
	Concluding Comments	29
Appendix		**31**
Notes		**35**

List of Tables

1-1	Employment in Canada, by Industry, Selected Years	1
2-1	Distribution of Computers, by Type of Industry and by Size of Computer, Canada, January 1, 1960	8

2-2 Distribution of Computers, by Type of Industry and by Size of Computer, Canada, July 1, 1962 9
2-3 Computer Utilization, by Main Industry Group, Canada, January 1, 1960 9
2-4 Total Data Processing Costs as a Percentage of Premium Income, as of December 31, 1977 14

Acknowledgments

This study represents an extension of some earlier work undertaken for the Economic Council of Canada by the author on the diffusion of computer technology in Canadian service industries. The previous study focused on libraries, hospitals, food retailers and wholesalers, and department stores. The present study examines the utilization of computers in the insurance industry. The underlying purpose of both studies is to improve our basic understanding of how new technology is obtained, developed, and applied in the Canadian economy.

A particular objective of this study is to examine in depth a number of issues that were identified in the preceding study as being of particular interest or relevance to Canadian managers and policy makers. One such issue is the process by which innovations designed for efficient use by large firms are "scaled down" for cost-effective use by small firms. A related issue is the interdependence between supply-side factors (e.g. developments in the labour market) and demand-side factors (e.g. growth in final output demand) in the technological diffusion process.

I wish to express my appreciation to the Economic Council of Canada and, in particular, to Dr. Neil Swan for providing me with the opportunity and the financial support to undertake this project. The Economic Council is, of course, in no way responsible for the conclusions or shortcomings of this study. Several industry representatives and researchers were of great assistance in the early stages of the study, especially Mr. E. F. Belton of the Insurer's Advisory Organization of Canada; Professor Stephen Peitchines of the University of Calgary; Ms. Jennifer Rose of the Department of Industry, Trade and Commerce; Mr. M. F. Steeler, editor of *Canadian Insurance*; and Mr. James S. Wital of the Canadian Life and Health Insurance Association Inc. Helpful critical comments on an earlier draft were provided by Neil Swan and Kathy McMullen of the Economic Council, and by three unidentified referees. The research assistance of Lee Clements is also gratefully acknowledged.

1 Introduction and Review

The Policy Setting

Most studies of the economic growth process concur that technological change is the single most important factor promoting increases in an economy's real output.[1] A general view also prevails that technological change proceeds at a slower rate in most service sector industries than in other sectors of the economy. Among other factors, the labour-intensive nature of most service activities allegedly inhibits the implementation of new technology, since new technology is often embodied in new or modified pieces of capital equipment. The fact that many service organizations are small, poorly capitalized firms also purportedly renders them unable to realize the benefits of new technology. Moreover, many services are provided by the government or other nonprofit organizations presumed to be especially inefficient.

While aggregate statistics tend to support the argument that productivity growth has been generally slower in the service industries than elsewhere,[2] these findings are tempered by the qualification that conventional productivity measures are particularly biased in the case of service industries.[3] Nevertheless, the evidence available suggests that firms in service industries have generally been slower to adopt recent innovations – most notably electronic data processing (EDP) – than firms in manufacturing industries.[4] Whether the slower introduction of new technology into the service sector is a major source of sectoral productivity problems constitutes an important empirical issue that is not addressed directly in this study. An important issue that is addressed, however, is the identity of the factors that inhibit the implementation of new technology in service industries.

The importance of the technological diffusion process in the service sector is underscored by the relative size of the sector and the growth of service industries in recent decades (see Table 1-1). Over the postwar period, employment in service industries increased from around 41.5 per cent of total Canadian employment to around 67 per cent. As a result, a number of service industries are now major sectors of employment in the Canadian economy. In this regard, while the finance, insurance, and real estate sector is relatively small, it actually enjoyed the fastest relative growth of all the major service sectors during the postwar period.

Table 1-1

Employment in Canada, by Industry, Selected Years

	1946	1961	1978
	(Per cent)		
Goods:			
Agriculture	24.8	11.3	4.7
Other primary industries	3.8	3.0	2.6
Manufacturing	25.3	24.0	20.3
Construction	4.7	6.2	6.7
Total, goods	58.6	44.5	34.3
Services:			
Transportation, storage, and communications[1]	7.9	9.3	8.6
Wholesale and retail trade	12.3	16.9	17.4
Finance, insurance, and real estate	2.6	4.0	5.5
Community, business, and personal services	18.9	19.4	28.2
Public administration		5.9	7.1
Total, services	41.7	55.5	66.8

1 Includes utilities.

SOURCE B. W. Wilkinson, *Canada in the Changing World Economy* (Montreal: C. D. Howe Research Institute, 1980), Table 3, p. 20; and Statistics Canada, *Canada Year Book, 1980-81*.

Despite an abundance of research into the technological diffusion process, there exist relatively few studies of new technology adoption in the service industries. The broad purpose of this study is to expand our knowledge of the process. The particular innovation process analysed is the adoption of electronic data processing and related computer technology by insurance companies. Several specific

empirical issues are of particular interest in this regard, including the speed with which Canadian insurers have automated certain applications and the factors that have contributed to faster or slower adoption. In the latter category, we are especially interested in the process by which new EDP technology is "scaled down" for more efficient use by smaller companies.

A number of studies, including our earlier study of EDP adoption in the service industries, identified the importance of indivisibilities in the adoption of new production techniques; for example, the adoption of innovations frequently requires a minimum expenditure that is substantial, relative to the size of the average potential adopter, especially in the early stages of the diffusion process. Such indivisibilities act as barriers to the early adoption of new production techniques by small and medium-sized companies. The role of market forces – and the potential role of public policy – in mitigating these indivisibilities are therefore important considerations, especially in the service industries where small and poorly capitalized firms are disproportionately represented.

Innovation and the Sample Industry

It has been suggested that the introduction, and subsequent diffusion, of the computer has been the most prominent innovation in all of the service industries.[5] Thus focusing on computer automation offers a prime opportunity to explore the hypotheses raised about technological diffusion in the service industries. It also affords a basis of comparison for an increasing number of studies that have examined the diffusion of EDP technology in other industries. Our focus on EDP therefore provides a fairly well-defined innovation to study, and it also provides an opportunity to generalize about the EDP diffusion experience by drawing upon other related studies. An EDP case study is also of contemporary interest to policy makers, since opportunities to improve productivity in the service sector through computer automation are still quite substantial.

The earliest and most prominent use of EDP by insurance companies was for the automation of various accounting functions such as accounts receivable and payable, customer billing, payroll, and budget and cost accounting. In this respect, the early commercial applications of computer technology in the insurance industry parallel those in other service sectors, most notably in their focus upon relatively straightforward record-keeping processes. For example, the early use of computers by hospitals focused on administrative applications, particularly payroll systems. As another example, early applications of computer technology in food retailing included payroll, accounts receivable and payable, and inventory control.

Nevertheless, a substantial portion of the accounting and record maintenance applications of insurance companies were unique. They related, in particular, to maintaining the customer's basic policy record – which in turn was used to produce premium bills, update policy accounts, pay agents' commissions and keep records of their sales activity, calculate reserve requirements, pay policy-holder dividends, and keep policy loan accounts.[6]

Over time, insurance companies have become involved in distributed processing and networking applications, whereby computer facilities are being moved closer to points of sale – a pattern that is observable for other service industries, including nonprofit sectors such as hospitals. The move towards computer networking permits faster and more personalized interaction with customers. Policy information can be rapidly accessed by branch office personnel, and specialized insurance packages can be tailored to meet an individual client's needs. Thus, while EDP was initially used by insurance companies to reduce accounting costs, speed up the collection of cash, and manage investment portfolios, recently it has been more intensively focused on promoting the introduction of new products and improving customer service.[7]

Our interest in Canada's insurance industry is motivated in part by the fact that it is a well-defined service sector with a mix of public and private ownership, as well as a mix of Canadian and foreign ownership. This mix was seen to be advantageous, since one objective of our study is to determine whether the nature of ownership affects an organization's receptivity to adopting innovations. The industry is a prominent one in Canada; and some of Canada's oldest and best-known businesses are insurance companies, including London Life, Sun Life Assurance, and Royal Insurance.

The Canadian insurance industry has three main segments, each responsible for a different type of insurance: life, health, or general. The third type includes all insurance except life and health, but mostly automobile insurance, followed by property insurance and other forms of casualty and liability coverage. The nature of the three branches varies sufficiently to warrant individual description.

Life Insurance — At the end of 1978, there were 153 companies registered by the federal Insurance Department to transact life insurance in Canada. Total revenues for this group of companies (excluding their accident and sickness branches) amounted to approximately $8.3 billion in 1979, while their total

assets were around $42 billion in the same year. By way of comparison, Canada's chartered banks had revenues of around $21 billion in 1979, with assets of approximately $195 billion. Using assets as a yardstick, therefore, the life insurance sector in Canada is slightly more than one-fifth the size of the chartered banking sector.[9]

The two broad categories of life insurance are ordinary and group. Ordinary life insurance is sold on an individual basis, while group insurance is issued in the form of a master policy under which certificates are issued to the individual persons covered. Within these categories, policies are sold on a term or nonterm (i.e. whole-life) basis. In the former case, premiums are paid for a contingent claim to survivor death benefits, whereas the latter provide for cash values to build, and for annuities to be paid in the future at regular intervals. Total life insurance in force in Canada at the end of 1978 amounted to $338,617 million, while net premiums written in 1978 totalled $2,591 million.

General Insurance — General insurance includes liability, property, and other casualty insurance. At the end of 1978, there were 347 companies registered to transact general insurance. In 1979, these companies wrote $5.2 billion worth of general insurance in Canada;[9] slightly less than 46 per cent of this represented automobile insurance and around 41 per cent, property insurance, comprising fire, personal and real property, and theft insurance. In addition, close to $2 billion of insurance was written by provincial government insurance offices.[10] The total assets of federally registered property and casualty insurers approximated $10 billion in 1979. Thus the combined assets of federally registered life and general insurers in 1979 amounted to slightly more than one-fourth of the total assets of Canada's chartered banks. When the assets of the accident and sickness branches of life insurers plus segregated funds are included, this ratio increases to around 30 per cent.[11]

Health Insurance — The provision of health and hospital insurance is, for all practical purposes, administered by provincial governments. There are 10 separate provincial plans for government-financed health care. Hospital insurance was implemented in 1958, and medical care insurance was started in 1968.[12] In 1973-74, estimated provincial costs and federal contributions under the Hospital Insurance Program totalled approximately $4.5 billion. Provincial costs and federal contributions under the Medical Care Program totalled approximately $2 billion. Since that time, these costs have escalated sharply. For example, federal and provincial government payments on hospital insurance and diagnostic services equaled almost $6.5 billion in 1979. Federal and provincial government payments under the medical care insurance program totalled $2.25 billion in 1979.

While there is a good deal of individuality in provincial health care plans in terms of timing, extent of benefits, remuneration of physicians, financing of hospitals, and the nature of the administrative machinery, the various health insurance plans are all operated on a nonprofit basis and administered by a public agency accountable to the provincial government for its financial transactions.

For pragmatic reasons related to the lack of readily available information, combined with time and other resource constraints, our focus in this study ignores the health insurance sector of the industry.[13] The remaining major sectors – life and general insurance – represent a significant proportion of the total financial activity subsumed under the industrial classification covering finance, insurance, and real estate transactions, especially in the nonbanking segments of the classification. Specifically, the total assets of federally registered life, property, and casualty insurers in 1979 constituted about 15 per cent of the assets of all firms included in the finance, insurance, and real estate sector. Since the assets of the chartered banks comprised almost 56 per cent of all assets in this sector in 1979, the insurance companies covered in our study account for around 33 per cent of the assets held by nonbank financial intermediaries in Canada.

The products of both life and casualty companies are marketed through both independent and dedicated agents. Independent agents carry more than one company's services and policies, while dedicated agents (although operating in their own businesses) are exclusively committed to a particular insurance company. The largest portion of the product marketing and customer service function is carried out by independent agents. As we shall discuss in a later chapter, the "downstream" organization of the industry has important implications for the speed and nature of the computerization process in the industry.

An Overview of the Diffusion Literature

The diffusion literature encompasses a large number of studies drawn from a variety of different disciplines including economics, management science, sociology, and biology. Since the relevant literature is quite extensive, the reader is entitled to a justification for submitting to another study in the genre. Our justification is a modest one; while certain features of the diffusion process have been well established by the multitude of existing studies, others have been relatively ignored. This study is

primarily directed at supplying some evidence on the latter.[14]

Before proceeding to identify these "understudied" areas in the literature, the essential features of the diffusion process should be identified. There are three critical parameters that define the diffusion process: the date at which an innovation receives its first commercial application; the rate at which the innovation is adopted by eligible firms once it is first introduced; and the rate at which the innovation displaces older techniques or products within the sample of adopting firms. The rate at which the initial use of an innovation spreads through a population of firms is identified as the interfirm diffusion process, while the rate at which the innovation displaces older techniques is identified as the intrafirm diffusion process.

Several points receive fairly widespread empirical support from existing studies. For example, while the parameters defining the diffusion process vary across industries, and among firms within the same industry, large firms tend to adopt given innovations sooner than small firms, all other things being constant. This tendency is disproportionate to the difference that might be anticipated solely because of the normal statistical probabilities related to relative firm sizes.

There is also fairly broad agreement on the determinants of diffusion patterns. Empirical studies suggest at least four main characteristics of an innovation that significantly condition its speed of adoption: 1) the extent of its economic advantage over older methods or products; 2) the extent of the uncertainty associated with using the innovation when it first appears; 3) the extent of the commitment required to try out the innovation; and 4) the rate of reduction of the initial uncertainty regarding the innovation's performance.[15] There is, however, no broad agreement on the relative importance of these four characteristics. The lack of agreement derives largely from problems in specifying appropriate variables to quantify the relevant characteristics.

In this regard, one prominent issue addressed in diffusion studies is the problem of how to specify economic advantage. Typically researchers utilize, as the relevant variable, some direct or indirect measure of the *ex post* cost-reducing or revenue-enhancing advantages of adopting an innovation (relative to the required size of investment) at some given point in time. For example, if these advantages are related to firm size (as they might be, for example, if successful adoption requires a critical-usage threshold), total sales or total assets of the potential adopter might be employed as a proxy for the advantages of adoption to that firm. Differences in this (or some other) proxy across firms (for a given innovation) or across innovations (for a given set of firms) are hypothesized to be a major influence on differences in observed diffusion patterns.

Of course, the more appropriate measure to employ in diffusion models is the *ex ante* cost-reducing or revenue-enhancing advantage of an innovation. This measure should acknowledge the potential adopter's uncertainty about the magnitude of any such advantage. In most cases, an *ex ante* measure of economic advantage cannot be specified by the researcher. Typically, the inference is made that if advantages to innovation adoption exist, they will be anticipated by the potential adopter. While there is some evidence to support this general inference,[16] there is virtually no evidence as to how potential adopters form expectations about future changes in technology. Thus, while a set of firms may all see advantages to innovation adoption at time t, they may differ in their opinion as to the likely path of the net economic advantage over time (in other words, will the net present value of innovation adoption increase or decrease over time?). The formation of expectations with respect to the future technological developments surrounding an innovation is of obvious importance in determining the parameters of the diffusion pattern.

Recently, several researchers have stressed that insufficient attention has been paid to the way in which improvements are made to original innovations and to the impact of these improvements and modifications on the diffusion process. This includes improvements and modifications made to products and processes used in conjunction with the innovation in question.[17] One objective of this study, therefore, is to examine the process by which EDP technology, as applied in the insurance industry, has changed over time. In particular, we are concerned with whether (and, if so, to what extent) the changes realized have been biased towards enhancing the relative advantages of EDP use in small and medium-sized firms.

Since most of the studies available have analysed adoption patterns for manufacturing innovations, our understanding of the technological diffusion process in service industries remains fairly limited. For example, while some studies support the existence of a positive relationship between organization size and the speed of adoption, other studies find no such evidence. In the financial sector, Peterson, Rudelius, and Wood found (for three life insurance company innovations) that large firms were quicker to adopt than small firms.[18] On the other hand, McQueen and Savary found that major chartered banks lagged behind small trust and loan companies in placing savings accounts "on line."[19]

In our earlier study for the Economic Council, we found that EDP adoption was generally positively related to organization size. Specifically, larger organizations were earlier adopters of EDP in the case of hospitals, libraries, and department and variety stores. The relationship between size and adoption behaviour was much less consistent in the food retailing and wholesaling sectors.[20]

As noted above, many observers have suggested that the fragmented nature of the service industries has contributed importantly to a slower rate of technological change in that sector. Additional evidence on the nature of the relationship between firm size and the propensity to adopt innovations has, therefore, important positive and normative implications.[21] Also of fundamental importance is the reason for the existence of any systematic relationship between firm size and the propensity to adopt innovations in the service sector. Is the relationship a reflection of technological imperatives or of differences in managerial attitudes related to size differences, or both? The answer to this question has an important bearing on the types of policies that might be implemented to promote technological change in the service industries. Thus the relationship between the size of an insurance company and the company's propensity to adopt EDP technology constitutes a major focus of this study.

The relationship between technological performance and the source of corporate ownership (i.e. foreign or domestic) continues to be an especially important one in the Canadian context. In this regard, virtually all of the evidence available is drawn from manufacturing industries.[22] Since the Canadian insurance industry consists of both foreign-owned and domestically owned firms, it affords the opportunity to examine the relationship between the ownership of service firms and their incentive to adopt new technology.

Concluding Comments

The overriding concern of public policy analysts in evaluating any set of market transactions is whether the market is producing an efficient allocation of resources and, if not, whether government intervention of some specific form could improve the allocation process. Where the government already plays a significant role in the market – e.g. the "market" for educational services – the analogous issue is whether government policies can be altered to improve allocative efficiency without necessarily sacrificing other public policy objectives.

When considering the technological diffusion process, the broad public-policy issue is whether certain market-failure features intrude so that the "privately optimal" rate of new technology adoption diverges from the "socially optimal" rate. Without becoming overly formal or technical, the privately optimal rate of adoption may be thought of as the rate that maximizes the present value of wealth of the firm or individual expending real resources to adopt an innovation. For the firm adopting an innovation, the relevant payoff expected will typically be higher profits, resulting from the higher prices charged, or lower costs, or a combination of both – that is, producers' surplus. For the individual, it will typically be an increase in satisfaction that is more than commensurate with any increase in price – that is, an increase in consumers' surplus. On the other hand, the socially optimal rate of adoption may be viewed as the rate that maximizes the present value of all consumers' plus producers' surplus.

One can conjecture several possibilities. In one scenario, potential adopters may determine individually that there is no net advantage (positive net present value) to adopting an innovation, although there may be a net advantage to the collective of potential adopters if one or more individual firms adopt. Put in a dynamic context, there may (for example) be a net advantage to any individual firm delaying the adoption of an innovation, even though the collective of potential adopters would be advantaged by the individual firm's decision to adopt. On the other hand, there may be situations where individual firms may perceive net benefits from introducing an innovation at time t, even though they would collectively be better off by delaying the introduction.

One important potential source of departure between private and social rates of return is the existence of externalities. Externality issues pervade the literature on research and development (R&D) activities. Specifically, there is both theory and evidence to support the contention that the social returns to R&D expenditures exceed the private returns. This condition reflects the fact that R&D results are not ordinarily fully appropriated by the performing firm. The gap between the anticipated private and social returns offers a potential rationale for government intervention in the form of R&D grants or subsidies to private firms or, in other cases, to the direct performance of R&D by government laboratories, since the market (if left uninfluenced by public policy) would presumably fail to carry out the socially efficient amount of R&D. A related argument is that there are risk-pooling advantages to centralizing the funding of R&D that cannot be fully exploited (or efficiently exploited) by the private sector. Hence, the private sector's discount rate could exceed the social

rate of interest, which would again raise the possibility of underinvestment in R&D by the market.[23]

While they have not been treated prominently in the literature, externality issues are also relevant in the diffusion process. For example, the "successful" adoption of an innovation by one firm could improve the perceived net advantage of adoption for other firms in at least two ways: 1) the observation that other firms have successfully implemented the innovation reduces the uncertainty that the remaining nonusers attach to the outcome of their adopting decisions; and 2) experience in adopting and using an innovation (especially in the early stages) typically leads to improvements in the innovation. Thus early adopters are somewhat like "guinea pigs," whose experience enables later adopters to realize greater (or more certain) benefits from their adoption decision.

Such externalities are potentially relevant in the adoption patterns for both large and small-to-medium-sized firms. If anything, however, they are likely to be of greatest relevance in the "scaling-down" stage of the diffusion process. For one thing, large firms often have information sources available to them that are less accessible to small firms – e.g. manufacturers' representatives and consultants. Thus the contribution of observed use by "peer-group" firms to risk reduction may be more marked in the case of adoption by small-to-medium-sized firms.

A second consideration is that the adoption experiences of small firms are likely to be more idiosyncratic than those of large firms. For example, small firms are more likely to be influenced by factors such as the background of specific managers and employees. As a result, the relative number of accumulated experiences required to effectuate a significant reduction in the perceived risk of adoption would be greater when considering a cohort of small firms, since any individual experience chosen for examination is less likely to be "typical."

Externality considerations also arise directly when considering the "scaling-down" process, inasmuch as direct cooperation among small firms promotes the exploitation of the innovation by all users. For example, the standardization of policy forms promotes successful time-sharing among small insurance companies, since common systems and software can be used for multiple jobs. Any individual firm that accepts standardization may give up some competitive advantage in the form of product differentiation, but at the same time it benefits from lower-cost access to the shared system. If there are external economies of scale, however, the marginal costs of adding new users go down as the number of users increases; that is, by contributing to the expansion of network size, the marginal user may lower the costs of future access to the network. But the marginal user will not ordinarily take this external benefit into account in making its adoption decision.

The social returns to innovation adoption could also exceed the private returns if competition among adopting firms led to all potential gains being passed on to consumers in the form of lower prices. In this case, adopters might not be adequately compensated for the *ex ante* risk attached to the adoption of a new production or organizational technique.

The implication of a departure between the social and private rates of return to innovation adoption is that economic welfare could be improved by either speeding up or slowing down the rate of adoption.[24]

Whether these or other externality issues provide a general argument for government intervention into the diffusion process is ultimately an empirical issue. It may be concluded, however, that some of the traditional arguments for subsidizing, or otherwise promoting, R&D expenditures are potentially applicable to aspects of innovation adoption as well.

In addition, many government programs in different areas of the economy have a substantial potential impact on the diffusion process, particularly as they affect the prices of complementary inputs to specific diffusion processes.[25] For example, regulation in the telecommunications industry potentially affects the costs of transmitting data and therefore the profitability of computerization. Specific patterns of education subsidies impact on what has probably been the single most important influence on the diffusion process for computers in Canada to date – the availability of trained EDP personnel. To the extent that government intervention intrudes upon the diffusion process in the pursuit of other public policy objectives, the relevant welfare issue is whether government disinvolvement from the market is required and/or whether the nature of the involvement should be altered. The main point is that identification of the major determinants of the EDP diffusion process could have implications for the extension or contraction of government policies in specific areas of the economy.

2 The Early Use of EDP in Canada's Insurance Industry

General Background

The earliest reported use of a computer in the Canadian insurance industry was ManuLife's implementation of a computer system in 1956.[1] The initial introduction of EDP in Canada's insurance industry preceded the earliest use of computers in two public-sector service industries: university libraries and hospitals. Pioneer computer systems for libraries date back to the mid-1960s, while hospitals began implementing computer systems in the early 1960s.[2] The automation of Canadian deposit-taking institutions also began in the early 1960s.[3] On the other hand, computers were introduced by Canadian food retailers and merchandisers as early as 1956, to perform head office accounting functions.[4] Thus the date at which computers were introduced into Canada's insurance industry is comparable to the date of introduction in the retail and wholesale trades, and it predates initial EDP use in banks and other deposit-taking institutions and in public sector services.

By the beginning of 1960, there were reportedly 11 computers in use in 7 Canadian insurance companies.[5] The ratio of adopting insurance companies to total insurance companies was around 0.015, or 1.5 per cent. A follow-up survey found that 25 insurance companies were computerized in 1962 and that there were 36 mainframes in the insurance sector.[6] Adopters as a percentage of total insurance companies had therefore increased to around 5 per cent by mid-1962.

By way of comparison, there were reportedly 19 U.S. insurance companies using computers in one or more applications by December 1956 and 80 computers in use in 300 U.S. insurance companies by 1963.[7] Hence adopters constituted slightly more than 5 per cent of all U.S. insurance companies by the end of 1962. The U.S. data indicate that while U.S. companies may have led in the initial use of EDP, the relative number of adopting firms was virtually identical in the two countries by the early 1960s. The intensity of use by adopting firms was apparently different, however. Specifically, the average number of computers per automated insurer in the United States approximated 2.7 by 1963 compared with 1.4 in Canada.

The 1969 Census of Computers in Canada, published by the Information Processing Society of Canada, reported that 58 insurance companies were operating 79 mainframe computers as of May 1, 1969.[8] Of this total, 35 were life insurance companies, while 23 sold general insurance separately or in conjunction with life insurance. Based on this estimate, approximately 12 per cent of all private insurance companies were automated by the end of April 1969.[9] Thus, 13 years after the initial introduction of EDP in Canada's insurance industry, roughly 88 per cent of all Canadian companies had still failed to automate even one corporate activity. In contrast, with approximately the same initial adoption date, around 30 per cent of Canadian department stores had implemented EDP in at least one function by 1968. As a further comparison, Canadian hospitals, although having initially adopted EDP somewhat later than insurers, also enjoyed quicker interfirm diffusion; about 20 per cent of them were computerized approximately 13 years after initial adoption. Thus, while some Canadian insurers may have been relatively quick off the mark to adopt EDP, the bulk remained nonautomated for an extended period of time.

Automation Comparisons across Industries

Broad surveys of EDP adoption in Canada reinforce the notion that in the earliest stages of diffusion, computerization in the insurance industry proceeded quite rapidly relative to that in other service-related sectors of the economy. For example, wholesale and retail trade accounted for about 17 per cent of total employment in Canada in 1961, while it accounted for only about 1 per cent of all computers in Canada in 1960 (see Table 2-1). In contrast, insurance companies accounted for around 12.5 per cent of all computers operating in Canada at the end of 1959. While we cannot provide an estimate of employment

Table 2-1

Distribution of Computers, by Type of Industry and by Size of Computer, Canada, January 1, 1960

	Number of:					
			Computers, by size			
	Originators	Establishments	Large	Medium	Small	Total
Type of industry:						
Manufacturing	21	26	1	26	3	30
Community and business services	24	26	2	14	10	26
Public administration and defence	11	13	1	7	5	13
Finance, insurance, and real estate	7	7	3	7	1	11
Loan companies	1	1		1		1
Transportation	4	4	1	3	1	5
Utilities	2	2	1	1	–	2
Trade	1	1	–	1	–	1
Total	71	80	9	60	20	89

SOURCE Department of Labour, *The Current Status of Electronic Data Processing in Canada* (Ottawa: Queen's Printer, December 1960), p. 8.

in the insurance sector *per se*, the entire finance, insurance, and real estate sector accounted for only 4 per cent of total employment in 1961. The proportion of total computers used in community services and public administration exceeded the proportion of total employment accounted for by these sectors, while the reverse was true for transportation and communications. The extent to which relative computerization – that is, computers operated in the industry as a ratio of all computers operating in Canada – exceeded relative employment in 1960 appears to be greatest for the insurance industry. Moreover, insurance companies operated one-third of all large computers in Canada in 1960, which is also quite disproportionate to the relative employment accounted for by that sector.[10]

Table 2-2 provides a breakdown of computer usage by specific industry and by size of computer for July 1, 1962. Special detail is shown for the finance and insurance sector to allow for a comparison between insurance companies and organizations performing related sorts of financial functions. As of July 1, 1962, insurance companies accounted for 36 of the 303 computers operating in Canada. They also accounted for 8 of the 23 large computers operating at that time. Table 2-2 underscores the fact that life insurance companies were at the forefront of automation in the first five to seven years of EDP adoption by finance, insurance, and real estate companies. While the relative extent of computer ownership in insurance companies substantially exceeded their relative size in Canada's financial sector, the converse was true for banks and for loan, finance, and trust companies. We shall consider some of the possible reasons for the insurance companies' leadership in a later section.

Early Application of EDP

Table 2-3 distinguishes between the use of computers for business and for scientific applications, by major industry group, in Canada as of January 1, 1960. The pioneering role of insurance companies in early EDP use is again demonstrated by the fact that finance and insurance companies accounted for slightly more than 16 per cent of total computer utilization while, at approximately the same time, accounting for only about 4 per cent of total employment.[11] Furthermore, the relative utilization of computers in finance and insurance (calculated as 730/4519) exceeded the relative extent of computerization (around 15 per cent) in that sector. The only other sector for which this was true is public administration. Thus, not only did insurance companies automate at a disproportionate rate, on the basis of total employment, they also appear to have been among the most intensive users of computers compared with other automated sectors.

As Table 2-3 indicates, whereas slightly over half (51.4 per cent) of all computer use in 1959 was

Table 2-2

Distribution of Computers, by Type of Industry and by Size of Computer, Canada, July 1, 1962

	Number of:					
			Computers, by size			
	Originators	Establishments	Large	Medium	Small	Total
Type of industry:						
Manufacturing	61	81	2	85	11	98
Community and business services	39	53	5	47	15	67
Public administration and defence	18	32	5	26	10	41
Finance, insurance, and real estate						
Banks	1	1	-	1	-	1
Loan and finance companies	2	2	-	1	1	2
Trust companies	1	1	-	1	-	1
Investment companies and banks	4	4	-	4	-	4
Life insurance companies	18	18	8	19	1	28
Hospital and medical insurance companies	4	4	-	5	-	5
Other insurance companies	3	3	-	3	-	3
Miscellaneous	1	1	-	1	-	1
Transportation, communication, and utilities	12	19	3	24	2	29
Trade	18	18	-	19	1	20
Mining	2	2	-	3	-	3
Total	184	239	23	239	41	303

SOURCE Department of Labour, *The Current Status of Electronic Data Processing in Canada* (Ottawa: Queen's Printer, December 1962), pp. 11-13.

Table 2-3

Computer Utilization, by Main Industry Group, Canada, January 1, 1960

	Business applications	Scientific applications	Total
	(Hours per week)		
Type of industry:			
Manufacturing	924	518	1,442
Community and business services	103	845	948
Finance, insurance, and real estate	705	25	730
Public administration and defence	112	593	705
Transportation	260	134	394
Utilities	173	82	255
Trade	45	-	45
Total	2,322	2,197	4,519

SOURCE Department of Labour, *The Current Status of Electronic Data Processing in Canada* (Ottawa: Queen's Printer, December 1960), p. 16.

dedicated to business applications, computers were used almost entirely for business purposes in the finance and insurance sector. Only the trade sector concentrated as intensively as the insurance companies on business applications of EDP. By July 1962, almost three-quarters of all computer hours used by the owners and operators of computers for their own activities were devoted to business applications, with the remaining one-quarter devoted to scientific and engineering computations.[12]. Thus, while the first uses of EDP in Canada were for scientific purposes, commercial applications quickly came to dominate the usage patterns of computers. This partly reflected the more widespread adoption of computers by nongovernment organizations and partly a shifting of priorities vis-à-vis computer use within organizations.

Specific commercial applications of computers by major industry groups in 1960 show that roughly 46 per cent of total computer applications were concentrated in "mainstay" bookkeeping activities – accounts receivable and payable, customer billing, and payroll functions. The comparable statistic for finance and insurance companies was around 49 per cent. Reinforcing our observation from Chapter 1, it would appear that insurance companies followed the general pattern of early EDP use in concentrating on elementary accounting functions in their computer applications.

By 1965, while life insurance companies were still using their computers primarily for billing and accounting, they were also employing computers for paying agents' commissions, doing large-volume record-keeping, and for management control and policy development work. Besides the basic accounting functions, property carriers were applying computers in the calculation of a variety of reserve and premium accounts, in the creation of agency production records, in commission accounting, premium billing and reporting to rate-setting bureaus, and in claims processing and policy issuance. Notwithstanding this growth in EDP applications, U.S. observers noted that while computers were potentially usable for a wide variety of insurance office functions, generally only a few of the possible applications had been made in major insurance companies by 1965. Furthermore, the integration (or consolidation) of separate computerized tasks into a "total system" moved quite slowly in the early stages, although by 1965 it was more advanced in the United States than in Canada.[13]

It is interesting to note that U.S. insurance companies that installed EDP before 1958 were slow at first to automate different applications. For example, the minimum number of functions converted to EDP during the first two years after installation increased from three for computers acquired in 1955 to over seven for computers installed after 1960.[14] This pattern is quite typical and has been observed for other industries and for different innovations. Basically, it reflects the fact that as experience is gained with an innovation, later adopters find it more profitable to apply the innovation in a wider range of applications. In effect, the early use of an innovation by initial adopters speeds the intrafirm diffusion rate in later stages of the adoption process.

Two important technological features were introduced into the insurance industry in the mid-1960s. One was the use of optimal scanning equipment to "read" information from a specifically prepared source document for automatic preparation of computer cards or tape. This feature circumvented the labour-intensive process of manually transcribing information from source documents onto cards or tapes. A handful of U.S. insurance companies had installed optical scanners as of mid-1963.[15]

Another important breakthrough in the mid-1960s was the introduction of early network systems, whereby data transmission was used to transmit inquiries about policy status, requests for payment of claims from field to home office payment centres, and premium payment information used to update home office policy records. Real time systems represented an extension of the use of regional office teletypes to transmit information to a central computer, which then processed the information and produced a policy that was mailed to the field office. More specifically, real time systems provided for immediate response to queries from the field.

Continental Casualty Company in the United States was considered to have scored a breakthrough in the introduction of real time systems in 1965.[16] In Canada, Crown Life Insurance Company (1973) and ManuLife (1974) were the first to introduce cross-country real time networks linking field branches to their head offices. Thus the initial use of these extensions of EDP technology in Canada followed their initial use in the United States.

Early Users of EDP

Of the main branches of the insurance industry, the major efforts in early automation were made primarily by life insurers. This point is supported by our earlier-cited finding that as of May 1, 1969, approximately 28 per cent of all federally registered life insurance companies were automated, compared with 6.5 per cent of all general insurers. Insurance companies were well suited to employ EDP technology. Specifically, the central offices of insurance companies had many employees performing routine clerical tasks – a situation very appropriate for batch processing of data. A further principal impetus to the adoption of EDP in the insurance industry was the requirement to compute actuarial tables – another routine task eminently well suited for the application of EDP.

While insurance companies were generally well suited to employ EDP technology, life insurance companies were better suited than other insurers to benefit from EDP adoption. The types of procedures in the casualty field involve the same type of paperwork as does life insurance – namely, premium and dividend calculation, agents' commissions, payroll, cost distribution and analyses, actuarial job time analysis, renewals and cancellations of policies, and market and sales analyses. Ordinarily, however, there is a greater variety of policies and terms in the casualty field, making it a less attractive outlet for EDP applications than the life insurance field. For one thing, the software required to direct the data processing applications was more complex in the casualty field. For another, the "lengths of run" associated with any given data processing task were shorter, since there was a greater variety of data processing requirements associated with any given volume of information to be manipulated.[17] The first factor increased the costs of implementing EDP in the casualty field; the second decreased the anticipated benefits of EDP adoption.

Unlike manual or punched-card operations, early data processing appears to have been marked by extensive economies of scale. Specifically, the unit costs of transactions, because of the high fixed costs of programming and system maintenance, could be expected to fall over a wide range of transactions. There were also great economies of file integration with a computer.[18] It is not surprising, therefore, that the first insurance companies to install computers were the large companies including, in the United States, Metropolitan Life, Equitable Life, John Hancock, Prudential, Travelers, and Allstate Insurance Company. In Canada, the earliest users of EDP included ManuLife, Confederation Life, and London Life.

One statistical indication of the relationship between company size and speed of adoption is provided by a comparison of the average sizes of automated and nonautomated Canadian life insurance companies as of May 1, 1969.[19] The average (1969) total dollar value of insurance in force equaled $34.63 billion for automated life insurers, while the comparable statistic for nonautomated life insurers was $3.98 billion. Thus, approximately 13 years after the initial introduction of computers into the Canadian insurance industry, the average company size for automated life insurers was nine times larger than that for nonautomated insurers.

An inspection of the size distributions of firms in the two groups of companies suggests that while size is important it is not the only determinant of adoption behaviour. Specifically, almost half of the nonadopting firms were larger than the smallest adopting firm and so presumably would not have been deterred from automating by size alone.

In order to evaluate more precisely the influence of size on early adoption patterns, a regression model of the adoption decision was specified in which the dependent variable A_i is a discrete variable taking a value of one if the company was automated as of May 1, 1969, and zero otherwise. One independent variable (S_i) is the dollar value of premiums in force in 1969, in tens of millions of dollars. Two other independent variables identify the nature of the firm's ownership. Previous studies of the innovation-adoption process were somewhat equivocal about whether foreign-owned firms in Canada adopt new technology sooner than domestically owned firms. For example, while foreign-owned firms were found to have adopted special presses in the paper industry sooner than domestically owned firms, no differences were observed when comparing adoption rates for numerically controlled machine tools.[20] Furthermore, earlier studies simply assumed that all foreign-owned firms adopt new technology at an equally fast or slow rate. No such necessary assumption is made in this study. Specifically, two discrete variables are used: US_i, which takes a value of one if the i^{th} firm was U.S.-owned in 1969, and zero otherwise; and FOR_i, which takes a value of one if the firm was owned by non-Canadians and non-U.S. citizens, and zero otherwise.

Two other independent variables were included in the basic estimating equation. Since a small number of life insurance companies in our sample also sold property and liability insurance, the ratio of life insurance premiums to total insurance premiums for 1969 (R_i) was included to hold constant the presumably discouraging effects of handling multiple types of policies – a practice highly though not uniquely characteristic of the general insurance function. As noted in the preceding section, it has been argued that the heterogeneity characterizing property and liability policies reduced the attractiveness of EDP applications in general insurance relative to life insurance. Thus the lower the R_i, the weaker the anticipated benefits of EDP adoption, all other things being constant.

The final independent variable included is a proxy measure of anticipated growth in the post-1969 period. This variable (G_i) was defined specifically as the ratio of new insurance premiums to total life insurance in force, averaged over the years 1968 and 1969. The numerator was the total of insurance premiums received, minus all insurance claims incurred. The rationale behind the specification of the G_i variable is that the ratio of recent net premium income to total insurance in force is a good representation of the recent growth experience of an insurer, and recent growth is a good proxy for expected future growth. In turn, companies anticipating faster growth can more easily justify automation, *ceteris paribus*, since a major effect of automation is the facilitation of higher-volume production without concomitant increases in personnel and other "quasi-overhead" functions.

The sample of observations was drawn from a list of insurance companies identified by *Canadian Insurance* magazine as those having sold life insurance policies in 1969. A total of 123 companies were identified. A comparison of total insurance premiums issued by these companies with the total issued in Canada indicated that the list essentially comprised the population of all life insurance companies in Canada. Of the total, we were able to obtain full data on 104 companies; thus our sample excludes only 19 small insurers.

All data were obtained from public sources. In particular, a company was deemed to be automated if it appeared on the list of companies reporting the

use of installed computing equipment, as indicated in the September 1969 issue of *Canadian Insurance*. Size data were provided in the April 1970 issue of *Canadian Insurance*, as were the data necessary to construct the G_i variable. Data on ownership status were obtained from Reports of the Superintendent of Insurance; data on nonlife policies were obtained from Best's *Property and Liability Review*.

Since this list would exclude companies that rented computer facilities – e.g. through service bureaus – an effort was made to establish whether sample companies not identified as owning a mainframe computer utilized computing equipment located off their premises. This check was accomplished by consulting a list of life insurers that were identified as using either on- or off-premise computer facilities as of June 1974.[21] Companies not identified as using either on- or off-premise EDP facilities as of June 1974 were assumed to have been nonautomated in 1969.[22] The one company identified as using off-premise computer facilities as of June 1974 but not appearing on the 1969 list was contacted to establish when it began renting the services of an outside computer service bureau. This investigation did not lead to any change in the initial list of automated companies;[23] that is, ownership of computers can be equated with the use of computers for purposes of our 1969 samples of users and nonusers.

The initial estimating equation (Equation 1) is expressed as follows:

$$1 \quad A_i = (S_i, US_i, FOR_i, R_i, G_i),$$

where the variables are defined as above. The results of ordinary-least-squares estimation across our sample of observations are reported in Equation 1(a):[24]

$$1\text{(a)} \quad A_i = \underset{(2.27)}{0.32005} + \underset{(3.55)}{0.00003}S_i - \underset{(-2.82)}{0.28361}US_i - \underset{(-1.82)}{0.23174}FOR_i + \underset{(1.14)}{0.15724}R_i - \underset{(-1.18)}{0.33169}G_i$$

$$\bar{R}^2 = 0.249 \quad F = 6.50$$

Equation 1(a) may be interpreted as a linear probability function, with the individual parameter estimates representing marginal probabilities. That is, each coefficient represents the marginal increase (or decrease) in the probability of an insurer being automated (as of May 1, 1969) associated with a unit change in its affiliated variable. Using a two-tailed *t*-test, the S_i and US_i variables are significant at the 0.05 level. The FOR_i variable is significant at the 0.10 level. A difference of means test, however, does not allow us to reject the hypothesis that the coefficients for the *US* and *FOR* variables are equal.

The use of ordinary-least-squares estimation with a binomial dependent variable, as in estimating 1(a), poses certain statistical problems. One is that the forecast values of the dependent variable may lie outside the zero-one range of the actual values for the dependent variable. Another is that the residuals may suffer from heteroscedasticity. In this case, an approximation to generalized-least-squares estimation can be undertaken.[25] This approximation is particularly appropriate when the variance of the dependent variable lies between 0.2 and 0.8.[26]

An alternative approach is to estimate the relationship through maximum likelihood techniques, which is the approach taken here. Specifically, Equation 1(a) was estimated by logit analysis, with an additional variable included in the estimating relationship. The variable T_i is defined to take a value of one if the firm has its headquarters located in Toronto and zero otherwise. The variable is included to examine the possibility that there are geographic differences in EDP diffusion rates.

Estimation results are reported as Equation 1(b):[27]

$$1\text{(b)} \quad A_i = \underset{(0.212)}{0.2471} + \underset{(1.99)}{0.0003}S_i - \underset{(-2.77)}{1.087}US_i - \underset{(-1.52)}{0.6482}FOR_i + \underset{(1.15)}{0.9360}R_i - \underset{(-1.37)}{2.532}G_i + \underset{(1.18)}{0.3682}T_i$$

$$\frac{LN\ LKLHD}{53.41}.$$

The maximum likelihood results correspond quite closely to the ordinary-least-squares results. The S_i and US_i variables are significant at the 0.05 level, although the FOR_i variable is significant at only the 0.175 level.[28]

The positive coefficients for the S_i and R_i variables are consistent with our expectations and with previous studies, which also concluded that, especially for Canada, larger and more specialized firms become initial adopters of new technology faster. The positive coefficient for the T_i variable suggests the possibility that Toronto-based insurers were quicker to adopt EDP than other insurers; however, the coefficient is statistically insignificant at acceptable levels.

At first glance, the estimated negative coefficients for the *US* and *FOR* variables are surprising, since previous studies concluded that foreign subsidiaries in Canada are typically no slower, and often faster, than domestically owned firms to adopt new technology. A possible explanation for the seemingly inconsistent experience of the insurance sector is that foreign subsidiaries in the insurance sector likely centralized their data processing activities at their parent company headquarters in the early stages of the diffusion process. Thus they would not have reported the possession of in-house computing capacity, although automated processing of accounts might still have taken place.

Unfortunately, there was no way of identifying which subsidiaries in our sample had automated affiliates at the head office level and which did not. The evidence available therefore supports the conclusion that Canadian-owned insurance firms were quicker to install computers than their foreign counterparts in Canada, although it is less clear that they were quicker to access the benefits of automation, since the latter may have done so through access to head office computing services. Nonetheless, the finding may still have policy significance, since one of the claimed "spillover" benefits of foreign direct investment is the faster introduction of new technology in Canada. Where foreign subsidiaries are not actually utilizing the new technology in Canada, the "demonstration" effects associated with successful utilization of the technology may be fairly weak. In other words, domestically owned firms may fail to gain as much insight into the potential benefits of the new technology as they would if foreign subsidiaries were direct users of the new technology in Canada.

Finally, the statistically insignificant (at conventional levels) coefficient for the G_i variable is consistent with previous diffusion research, which tended to conclude that the stage of the business cycle is not a major influence on the diffusion process; that is, there is no tendency in a firm for the introduction of new technology to "cluster" in prosperous or poor times.[29] Our conclusion with respect to the G_i variable must be tempered, however, by the observations that it is a short-run measure of the growth performance of the sample firms and that the asymptotic *t*-ratio is significant at the 0.20 level.

The specification of the S_i variable in Equations 1(a) and 1(b) is continuous, which effectively assumes that the estimated linear relationship between size and the probability of adoption is constant over our sample of companies. An alternative hypothesis is that the relationship is discontinuous, in that a critical-size threshold exists below which it is unprofitable to automate and above which it is profitable to do so.[30]

A version of this hypothesis was examined by defining the S_i variable as dichotomous, taking a value of one for the 26 firms whose total insurance in force exceeded $30 billion in 1969 and zero for the 78 firms whose total insurance in force fell below that figure. The $30-billion breakpoint corresponds to the average size of adopting firms as reported earlier. What we are looking for here is whether a discrete specification of the adoption relationship "outperforms" the continuous specification.

The results of logit estimation of Equation 1(b), with the S_i variable respecified, are reported as Equation 1(c):

$$1\text{(c)}\quad A_i = \underset{}{-0.8371} + \underset{(2.33)}{1.186S_i} - \underset{(-3.13)}{1.204US_i} - \underset{(-1.86)}{0.8133FOR_i} + \underset{(1.51)}{1.327R_i} - \underset{(-1.53)}{2.785G_i} + \underset{(1.36)}{0.4147T_i}$$

$$\frac{LN\ LKLHD}{54.32}\ .$$

In fact, both the individual and the overall goodness-of-fit statistics are improved in the discrete specification of the size/adoption relationship. In particular, both the magnitude and the significance level of the S_i coefficient increase with the discrete specification.

As some additional evidence bearing upon the relevance of the "threshold" hypothesis, the continuous relationship estimated in Equation 1(b) was re-estimated for the 26 firms whose total insurance in force exceeded $30 billion in 1979; that is, the S_i variable was again specified in continuous form, and the full relationship was estimated through logit analysis across the 26-firm sample. The results (unreported) showed that the S_i coefficient was statistically insignificant, thereby supporting the notion that above the $30-billion threshold, further size increases did not influence adoption behaviour.

The $30-billion breakpoint is somewhat arbitrary, and it is possible that experimentation would reveal a lower, more statistically robust breakpoint. Some tentative evidence that a minimum threshold for EDP adoption may have existed at smaller firm sizes (those below the $30-billion breakpoint) is provided by the following observation. Of the 41 life insurance companies in our sample that had premiums in force

of less than $2 billion in 1969, only 5 were using computers as of the end of 1969. On the other hand, of the 17 companies that had premiums in force in 1969 of between $2 billion and $5 billion, 8 were automated as of that date. Since the larger companies tended to be less specialized than the smaller companies and just about as likely to be foreign-owned, this observed difference seems plausibly ascribable to a size-threshold barrier of around $2 billion. Whatever the precise threshold, the evidence would appear to support the notion that early EDP use in the insurance industry, as elsewhere, was characterized by significant indivisibilities, which made adoption by smaller firms uneconomical.

Survey Results

The nature of the relationship between firm size and the anticipated benefits of EDP adoption is further indicated by the results of a 1978 survey of data processing facilities in U.S. insurance companies. The survey comprised responses from 221 life insurers and 156 property and liability insurers, reporting on the characteristics of their data processing facilities as of December 31, 1977.[31] Reported data processing costs as a percentage of premium income, broken down by size groups, are summarized in Table 2-4. It should be noted that a declining ratio of data processing costs to premium income for larger firms is not necessarily evidence of economies of scale in data processing, since it might also reflect a relatively weaker commitment to data processing on the part of large firms. Our preceding results, however, indicated that large companies were pioneers in the use of EDP. Hence it would seem reasonable to conclude that if total data processing costs as a percentage of premium income decline with firm size, it is primarily because of economies of scale in adopting EDP.

Table 2-4 shows that total data processing costs as a percentage of premium income decline with firm size for life insurance companies receiving up to $500 million in premium income. Then they rise, thereby suggesting that diseconomies of scale with respect to automation may actually set in at relatively large firm sizes. The results reported for the property and liability insurers present a somewhat less even picture of the extent of economies of scale in the automation function. They also suggest, however, that marked economies do not exist beyond the range of $250-to-500 million in premium income. The data in Table 2-4 are essentially consistent with the conclusions drawn from our regression results; that is, beyond some medium size, the economic advantages of automation may not vary with further increases in firm size.

Table 2-4

Total Data Processing Costs as a Percentage of Premium Income, as of December 31, 1977

	Life insurance companies	Property and liability insurance companies
Premium income range:		
$1 - $25 million	2.05	1.60
$25 - $50 million	1.72	1.09
$50 - $100 million	1.36	1.30
$100 - $250 million	1.26	0.94
$250 - $500 million	1.07	0.84
$500 - $1 billion	1.46	1.72
Over $1 billion	1.72	0.95

SOURCE Insurance Accounting and Statistical Association, "Survey of Data Processing Resources," 1978, mimeo.

Summary

The analysis in this chapter supports the conclusion that over an extensive portion of the insurance industry, small firm size was a significant barrier to the profitable early adoption of computer technology. On the other hand, the largest insurers were no quicker to implement computer applications than their somewhat smaller rivals. This result is entirely consistent with that of a number of other diffusion studies, including this author's examination of EDP use in several other Canadian service industries. An implication of this finding is that "scaling down" innovations for profitable use by small firms could have a substantial impact on the domestic diffusion rate. The economic efficiency arguments for public sector promotion of the scaling-down process are considered in a later chapter. At this point we merely wish to emphasize that in the Canadian context, as elsewhere apparently, technological indivisibilities retard the widespread early adoption of service sector innovations.

Our results also support the conclusion that output specialization mitigates some of the disadvantages of smaller firm size. Specifically, insurance companies specializing in a small number of lines were earlier adopters of computer technology, *ceteris paribus*. The policy implications of this finding are not as obvious as in the case of manufacturing industries, where tariff and nontariff barriers encourage "excessive" product differentiation. In the case of the insurance industry, excessive product differentiation, to the extent that it exists, is arguably a function of government regulation. In particular, variations in policy rating requirements and allowable product

offerings across provinces serve to fragment an already small market for insurance products.

Contrary to the experience for several manufacturing innovations that this author has studied, it appears that domestically owned firms were faster to adopt EDP technology than foreign subsidiaries in Canada's insurance industry. While we cannot offer a conclusive explanation for this result, it would appear that the result is due, in part at least, to the centralization of data processing services in parent-company head offices.

The implications of this phenomenon for domestic diffusion rates were touched upon earlier. It might also be noted that the centralization of EDP services in head office affiliates of multinational companies has implications for the scaling-down process in Canada. Specifically, foreign subsidiaries, which are significant agents helping to scale down imported manufacturing technology for use in Canada, may not contribute directly to the scaling-down process for information technologies. Rather, the relatively low cost of transporting information encourages the multinational corporation to centralize information processing activities when those activities are marked by nontrivial indivisibilities. As a result, small domestically owned firms may face even greater difficulties in accessing new information technologies.

Since the scaling-down phenomenon is suggested to be a relevant consideration in the innovation-diffusion process, the following chapter considers some evidence on the nature and impact of the phenomenon with regard to EDP technology.

3 Later Stages of EDP Adoption

The preceding chapter indicated that large insurance companies were the first users of EDP in both the United States and Canada, although by 1969 the largest firms were no more likely to be automated than their slightly smaller rivals. While U.S. insurers were first off the mark to automate in the mid-1950s, by 1962 there was no apparent difference in the percentage of total insurers automated in each country. The intensity of computer use was somewhat higher in the United States than in Canada, however. By the mid- to late 1960s, the introduction of the service bureau concept and the advent of the minicomputer became potentially important vehicles for enabling small and medium-sized companies to access EDP technology. Thus EDP adoption patterns in both the United States and Canada should have begun to reflect the influence of these "scale-reducing" innovations by the latter half of the 1960s. Indeed, the forces inhibiting the adoption of service bureaus and minicomputers can be viewed as fundamental barriers to the widespread use of EDP technology in many sectors of the service industries.

The Use of Service Bureaus

The essence of the service bureau concept is that smaller firms rent the services of a central processing unit owned by either a specialized computer service company or a large insurance company. The costs of the hardware and the specialized software involved are therefore spread over a large number of firms, each of which is individually too small to justify the introduction of an in-house computer system. The earliest service bureaus ran programs in batch mode; that is, data were coded on cards, and information processing was done at specific, discrete intervals of time. Over time, on-line access to service bureaus became a more prevalent form of time sharing. Here the subscriber could access the central processing unit by transmitting and receiving information over the telephone, thereby enabling faster turnaround in sending and retrieving information.

Did the early introduction of service bureaus significantly reduce the firm size requirements for profitable EDP use? In evaluating this question, it would seem relevant to compare the average size of firms that implemented EDP use through service bureaus with firms that implemented EDP use by installing their own central processing units. To the extent that service bureaus reduced the size threshold required for profitable EDP use, one would expect firms utilizing service bureaus to be significantly smaller than firms operating their own in-house computer installations.

Some evidence on this issue was obtained by examining the EDP adoption experiences of a randomly chosen sample of life insurance companies that were not yet automated as of 1969. Of the initial sample of twenty firms, six were employing service bureaus as of June 1974, while seven had installed on-premise computer facilities as of the same date. Using insurance premiums sold in 1969 as a measure of size, it was determined that the average size of the six firms using service bureaus was $2.93 million, while the average size of the seven firms with on-premise computing facilities was $4.87 million. A small sample difference of means test established that the foregoing difference was statistically significant at the 0.10 level. While this significance level is low by conventional standards, it provides some support for the conclusion that the advent of service bureaus did facilitate access to computers on the part of medium-sized insurers.

When the average size of the six using service bureaus was compared with the average size of the seven firms that remained nonautomated as of June 1974, there was no statistically significant difference between the two groups. Specifically, the average size of the former group was $2.93 million, while the average size of the latter group was $1.97 million. This result suggests that nonadoption by insurers below the $2-million-size mark reflects more than the existence of a scale-economies barrier to the profitable use of EDP. It is interesting to note, however, that approximately 46 per cent of all life insurance companies in Canada had premium incomes of less than $2 million in 1969. Thus if a critical size thresh-

old of $2-to-3 million existed for the profitable use of service bureaus, almost half of all Canadian insurance companies were too small to justify this form of automation as late in the adoption cycle as 1970.

Our analysis in Chapter 2 indicated that Canadian life insurance companies trailed U.S. companies only briefly in adopting mainframe computers. In the later stages of the diffusion process, attitudes towards utilizing service bureaus had a potentially important bearing on the differences across countries in EDP adoption patterns. It was therefore desirable to establish whether the use of service bureaus proceeded at similar or different rates in the two countries.

The 1974 survey of EDP use by members of the Life Office Management Association (LOMA) provides the earliest published information on the use of service bureaus by life insurance companies in Canada and the United States. Of the total sample of U.S. life insurance companies affiliated with LOMA, approximately 11 per cent were using service bureaus as of 1974, while approximately 12 per cent of Canadian LOMA members were using service bureaus as of 1974.

It was not possible to determine the precise relationship between the sizes of LOMA-member and nonmember insurers in the two countries. In both the United States and Canada, however, LOMA members include all of the large insurance companies, while nonmembers tend to be among the smallest companies in the industry. Hence if size and computer use are positively related, the service bureau utilization rate for LOMA members is likely to overstate the corresponding rate for the population of all insurance companies. To the extent, however, that the relationship between the LOMA-member utilization rate and the population utilization rate is the same for the United States and Canada (and there is no strong reason to assume otherwise), it would seem fair to conclude that service bureau utilization rates were equal in the two countries as of mid-1974. Thus it would not appear that the relatively limited extent of service bureau usage in Canada reflects some disadvantage specific to Canadian insurers, since service bureau usage was also fairly circumscribed in the United States.

Minicomputers and Network Systems

A more recent manifestation of the scaling-down phenomenon – and one that is related to the service bureau utility concept – is the linked network in which branch and district offices are "on line" to the central office's processing unit. Early data transmission networks consisted of data transmitted between head office and field offices via telephone and telegraph lines. In early network applications, the teletype-computer link was used to process insurance policy information centrally. For example, regional offices would teletype information to the central computer, which processed the information and produced a policy that was mailed within 24 hours.[1] By 1965, Continental Casualty Company of Chicago reported a breakthrough in policy-holder service by installing a "real-time" network system in the organization. By placing terminals in branch offices and keeping the terminals "on line" to the central computer, Continental could provide immediate responses to policy-holder queries in the branch office and could prepare claim cheques and on-site policy computations.[2]

It is not possible to determine with any precision the rate at which Canadian or U.S. insurers have implemented the networking concept. The limited information available suggests that insurance companies have been relatively slow to incorporate EDP networking into their operations, especially compared with the relative speed with which the industry initially embraced computers. For example, as late as 1973 it was reported that only 18 large U.S. companies (covering all industries) had data transmission networks in place.[3] As noted above, the first reported real-time network system in the U.S. insurance industry was implemented in 1965. In March 1969, IBM Canada Ltd. announced Canada's first country-wide computer network, with satellite computers and terminals linked in IBM Datacentre locations through a high-speed communications network.[4] Datacrown, a subsidiary of Crown Life Insurance, reportedly installed the first IBM 370/168 cross-country network in Canada in 1973. By the end of 1982, however, Royal Insurance (one of Canada's largest insurance companies) estimated that it derived only about 25 per cent of its premium income from automated agencies.[5]

The potentiality of networking has been enhanced by the appearance of the minicomputer. The emergence of the minicomputer, and more recently the microcomputer, has prompted the distribution of bulk processing away from head office to the spot nearest the policy holder – i.e. the sales office. Both processing and file maintenance are increasingly being sited in sales offices. In the future, only programs that are unusually complex or transactions involving very rarely used data will be referred from mini's to the central site. The central processors will also serve as message switchers, historical file operators, and gatherers of corporatewide data for accounting, auditing, actuarial, and management functions.[6]

The insurance industry is in the early stages of exploiting the advantages of distributed processing; i.e. interconnected minicomputers (or, in some cases,

microcomputers) form one computer system. While many large companies are developing their own networks, most companies (especially small-to-medium-sized insurance companies) will look to specialized carriers or value-added networks (VANs). The latter networks use conventional dial-up telephone systems, but they route packets of data on the most efficient electrical paths. VANs will enable relatively small users to cost-justify teleprocessing, since they will have an entire national network at their disposal but yet pay only for their actual transmissions.[7]

While there is no "hard" information on the use of minicomputers in Canada relative to the United States, there is some evidence that at the agent/broker level, the ratio of minicomputers in use per agency is about equal in the two countries. Moreover, the percentage of agencies automated by minicomputers in the two countries is only around 4 per cent.[8] Thus, as in the case of service bureaus, the diffusion of minicomputers in agents' offices seems to have been quite slow in the insurance industry. Furthermore, the relatively slow rate of diffusion seems characteristic of both the United States and Canada.

Intensity of EDP Use in Canadian and U.S. Insurance Companies

We have suggested to this point that the scaling-down process for EDP technology does not appear to have proceeded noticeably faster in the United States than in Canada. Combined with the finding that the interfirm rate of adoption was approximately the same in the two countries by 1962, it might be hypothesized that the extent of computer use in the Canadian and U.S. insurance industries was quite comparable throughout most of the 1960s and 1970s. Ideally, if sufficient data were available, we could evaluate this hypothesis by estimating the rate at which EDP displaced manual techniques, using company-level data for the U.S. and Canadian industries.[9]

Unfortunately, the data required to estimate statistical diffusion functions are unavailable. We must therefore focus on the extent of EDP use at some terminal date. The earliest date for which comparable data on the intensity of EDP use are available for U.S. and Canadian firms is January 1974.[10] It should be noted that measures of use-intensity at any point in time are unlikely to be unbiased proxies for estimated rates of diffusion obtained from statistically estimated functions. More specifically, since the risk of innovation adoption declines over time, firms that are later initial adopters of EDP tend to automate a greater number of functions in their early stages of adoption compared with firms that are early initial adopters.[11] As a result, use-intensity at some specific terminal date is likely to be an upward-biased estimate of the intrafirm diffusion rate in Canadian companies compared with U.S. companies, since Canadian companies were later initial adopters in the early stages of the adoption process. Since the initial interfirm adoption lag between Canada and the United States was relatively short, however, this bias is unlikely to be severe. Consequently, differences in EDP utilization rates as of June 1974 may be reliable indicators of differences in intrafirm rates of diffusion prior to June 1974.

In order to compare the extent of EDP use across Canadian and U.S. firms, some homogeneous measure of computer utilization is required. One conventional industry measure (and the one employed here) is the amount of core memory utilized by a sample company. The standard unit of measurement is a "K," or one thousand bytes of main memory. A survey of computer installations by the Life Office Management Association reported the total main memory capacity of computers installed in the head offices of U.S. and Canadian life insurance companies as of the beginning of 1974.[12] This measure is the dependent variable K in our analyses. It should be noted explicitly that we do not standardize K for differences in firm size. Rather, we regress the natural log of K against the natural log of our firm-size measure. Divergence of the coefficient in either direction from an estimated value of one could then be taken as evidence of economies or diseconomies of scale in the automation activity, other things being constant.

The size variable is measured as the average of total insurance premium revenues earned in 1969 and 1973 in tens of billions of U.S. dollars (S_i).[13] The estimated relationship between K and S will therefore reflect the initial date of automation, as well as the extent of automation within the firm. For our continuous measure of automation (K), the latter influence is likely to dominate the observed relationship; that is, the estimated coefficient on the size variable should largely reflect intrafirm rates of diffusion for EDP use.

The *a priori* effect of firm size in intrafirm diffusion is somewhat indeterminate. Larger financial resources and access to capital could facilitate faster intrafirm adoption in larger companies. On the other hand, small firms tend to be quicker to implement organizational changes once the decision to make such changes has been taken. The widespread use of EDP requires significant organizational changes that may be more difficult to effect in a large bureaucracy.

A second independent variable is a dummy variable O_i, taking a value of 1 if the sample firm is Canadian-owned and 2.71 if U.S.-owned. When converted to natural log values, the O_i variable becomes a binomial (zero-one) variable. It should be noted explicitly that we are referring here to U.S.-owned multinationals; thus the computing capacity identified is for the entire multinational organization, including subsidiary operations in Canada. As noted in an earlier section, however, the bulk of the computing capacity of U.S. multinationals will be centralized at the parent company's head office. Hence the comparison in this sample is, in effect, between Canadian-owned and U.S.-owned insurers, not simply between domestically owned and foreign-owned firms in Canada.

Our prior statistical findings indicated that Canadian-owned insurers were, if anything, more likely to be automated than foreign subsidiaries. We suggested that this result could reflect the centralization of data processing activities in the head offices of multinational insurers. Were we to find that parent multinational companies were slower than Canadian-owned companies to adopt the widespread use of EDP, however, it would support an interpretation of prior findings as indicating that U.S. subsidiaries were, indeed, slower than domestically owned firms either to implement EDP technology or to access it indirectly.

The estimating equation is summarized as Equation 2:

$$2 \quad lnK_i = g(lnS_i, lnO_i).$$

The initial sample consisted of 93 companies representing the observations drawn at random from a list of 380 U.S. and Canadian companies that responded to a survey of EDP use conducted by the Life Office Management Association; the companies were also LOMA members. The estimation sample was truncated for purposes of computational convenience, although it seems sufficiently large to assure that the usual normality assumptions are tenable.

Results of ordinary-least-squares estimation are reported in Equation 2(a):

$$2\text{(a)} \quad lnK_i = \underset{(11.82)}{4.66} + \underset{(17.83)}{1.12}lnS_i - \underset{(-1.70)}{0.234}lnO_i$$

$$\bar{R}^2 = 0.857 \quad F = 93.88$$

The S_i variable, while significantly greater than zero, is not significantly different from one. This result suggests that either the *ex ante* benefits of displacing manual methods by automation are roughly proportional to firm size or that the potential economic benefits associated with any technological indivisibilities are offset by greater bureaucratic inertia in large firms.

The O_i variable is barely significant at the 0.10 level, using a two-tailed significance test. The statistical weakness of the lnO_i variable cautions against drawing strong conclusions about differences in intrafirm diffusion rates in Canada and the United States. Indeed, to the extent that the rates are roughly equal and to the extent that U.S. subsidiaries in Canada exploited the data processing capacity of their parents, the utilization (as opposed to the operation) of EDP services may have proceeded as rapidly among foreign subsidiaries in Canada as among Canadian-owned firms. Given the absence of direct evidence on the latter point, caution is required in drawing policy implications with respect to the impact of foreign ownership on the EDP diffusion process.

Some further evidence on possible differences between the U.S. and Canadian adoption experiences was obtained by re-estimating Equation 2(a), while allowing the coefficient for the lnS_i variable to vary across U.S.- and Canadian-owned firms. More specifically, we defined two size variables: $lnSC_i$, which took the observed values of lnS_i for Canadian-owned firms and zero otherwise; and $lnSUS_i$, which took the observed values of lnS_i for U.S.-owned firms and zero otherwise. This specification allows for the possibility that the impact of size on intrafirm diffusion varies across countries.

The results of re-estimating Equation 2(a) with the revised specification of the S_i variable is reported as Equation 2(b):

$$2\text{(b)} \quad lnK_i = \underset{(19.76)}{12.27} + \underset{(10.24)}{1.20}lnSC_i + \underset{(17.52)}{1.08}lnSUS_i - \underset{(-0.36)}{0.081}lnO_i$$

$$\bar{R}^2 = 0.825 \quad F = 138.91$$

It is seen that the coefficients for SC_i and SUS_i are very similar. Indeed, an F-test does not allow us to reject the hypothesis that the coefficients are identical. Thus, based on our full sample of Canadian and U.S.-owned firms, it seems reasonable to conclude that the intrafirm diffusion experiences were quite similar in Canada and in the United States.

The initial sample of 93 observations contains a number of outriders, especially three large U.S. insurers with values of S_i that are three to four times greater than those for the next largest insurers in the sample. In order to determine whether the estimated value of the S_i parameter unduly reflects the adoption behaviour of the three largest insurers in the sample, Equation 2(b) was re-estimated deleting these three companies. The (unreported) results were virtually identical to the results reported in 2(b).

The relatively high coefficients of determination in Equations 2(a) and 2(b) support the claim that statistical biases associated with omitting relevant variables from Equation 2 are not of great concern, notwithstanding the fact that only two independent variables were included in the estimating equation. In particular, the potential role of management-specific factors – such as attitudes towards risk, educational background, and so forth – appears fairly limited, presuming that these omitted variables are orthogonal to the included variables. Furthermore, there is no significant correlation between the residuals from Equations 2(a) and 2(b) and lnS_i, suggesting that problems of heteroscedasticity are unlikely to be of any consequence.

This analysis indicates that while Canadian life insurance companies may have been slower than their U.S. counterparts to adopt computers in the very initial stages of the adoption process, the extent to which EDP had displaced manual activities was, if anything, greater in Canadian companies by the end of 1973. Taking into consideration our earlier observations regarding the pattern of interfirm diffusion and the use of service bureaus, it would seem that the adoption experiences of Canadian and U.S. insurers were remarkably similar.

Our analysis to this point also suggests that for a significant percentage of insurance companies, small size was a barrier to EDP adoption. While the market clearly responded to this problem – first with the formation of service bureaus and then with the introduction of the minicomputer – it seems worth considering what factors, if any, may have stood as a barrier to the more rapid scaling-down of EDP technology.

Barriers to the Scaling-Down Process

Unfortunately, it is impossible to offer anything but anecdotal insights into the barriers to more rapid scaling-down of computer technology. The barriers can conceptually be segregated into two broad categories: those related to the capabilities of substitutes for in-house, mainframe computers (e.g. service bureaus) and those related to an awareness on the part of insurers of the potential to substitute away from in-house mainframe computers. Of the two, the evidence available suggests, in our opinion, that important restrictions and uncertainties about the capabilities of alternative mainframe substitutes were the major factor inhibiting faster diffusion of computer technology among smaller companies.

Perhaps the most frequently cited obstacle to the more rapid and intensive use of service bureaus and/or minicomputers by small and medium-sized insurers is the limited amount of outside support in the system design and programming required in the initial planning and implementation phases of computer installations. While time-sharing services and original equipment manufacturers (OEMs) offered programming and system-support services, the idiosyncratic needs of small insurance companies frequently meant that economies of scale through "packaged" applications software and standardized systems' configuration could not be realized. Furthermore, the pronounced scarcity of systems analysts and programmers apparently made it prohibitively costly for minicomputer manufacturers and OEMs to offer "turnkey" software packages to customers.[14]

These restrictions on the widespread adoption of mini's were not unique to Canada. In the United States as well, minicomputer manufacturers traditionally did not supply the kind of software support that IBM, Honeywell, Univac, *et al.* supplied for larger mainframe users.[15] The fact that minicomputer purchasers were frequently involved in a "do-it-yourself" project kept many potential users from acquiring mini's.[16] By the mid-1970s, however, the quantity of software available for mini's from hardware manufacturers and from independent software suppliers had increased to the point where some observers felt that mini-users were no longer at a disadvantage in this regard.[17]

The emergence of the mini-computer as a viable computing device for smaller business applications was also greatly assisted by improvements in miniaturization and integrated circuitry, which brought down the real "quality-adjusted" costs of these machines quite substantially. Thus, by the mid-1970s, a substantial number of insurance companies indicated in surveys that mini's were cost-effective for certain tasks, whereas larger computers were not.[18] But the process by which mini's became progressively more economical for small business applications was an extended one. The first commercially available mini was produced in 1963. The PDP-8, a mass-produced machine, appeared two years later. Yet, by the end of 1976 only 5 Canadian members of LOMA and 53 U.S. members were reported to be using mini's in at least one application.[19]

Some observers argue that ignorance of the potential advantages of automation may have been a deterrent to computerization in some small insurance firms. Fear in confronting change has also been cited as a reason for management inertia in embracing EDP. For example, instances are cited where some department heads would not come to demonstrations of the computer for company personnel, while some supervisors expressed concern that the new system would be beyond their capabilities.[20]

It is extremely difficult to determine conclusively whether specific manifestations of resistance to change represent a general barrier to innovation adoption for small firms or whether they are merely isolated anecdotal examples. The evaluation is further complicated by the fact that the adoption decision ordinarily embodies "objective" risk, so that what is of concern here is "excessively" risk-averse or inertial behaviour. Such behavioural factors have been cited with reference to the slow rate of EDP adoption by Canadian doctors and dentists.[21] But statistical evidence supporting the relevance of these behavioural factors is largely lacking. As noted above, "objective" firm characteristics, such as firm size, specialization, and ownership, appear capable of explaining a significant proportion of the observed adoption patterns, albeit more so in samples of large firms than in samples of small firms.

Limitations on the capability of the technology continue to be cited as a barrier to the use of shared computer systems, even in relatively recent stages of the adoption process. For example, limitations on available software have also been identified as an important barrier to the more rapid adoption of on-line networking systems. Most insurance EDP users feel that the software packages available for on-line data systems are inadequate. Where large companies have developed their own software, there is often talk of marketing the programs as packages to other insurance companies seeking to institute an on-line system. In one major instance, the vigorous marketing of one such software product (Policy Management System) is taking place. The equipment utilized in conjunction with the PMS software is limited, however, to an IBM mainframe, and smaller insurance companies are therefore required to scrap their non-IBM terminals.[22]

Difficulties in achieving standardization across agencies is another major barrier to networking. In particular, independent agencies present problems to the provision of on-line services. An agent affiliated with more than one insurance company will have a need to access the files of more than one company's system. As a result, situations can exist where an agent must retain at least one cathode ray tube (CRT) terminal for each company he represents. Not only can this be confusing for the operator, but it is inefficient. Standardization would make it easier to adjust to the operation of an on-line policy-handling procedure if it conformed to certain parameters that are common for all systems with which agents and insurance company personnel have to deal. There are, however, formidable difficulties inherent in organizing such an extensive undertaking, with so many participants. For example, the opportunities to "free-ride" on the efforts of other insurance companies involved in organizing the standardization process can be expected to discourage an active commitment to the process on the part of many insurers.

The combination of high transaction costs and externalities represents a potential source of market failure in the adoption of new technology. That is, the market (if left to itself) may not elicit an "optimal" amount of resources devoted to the scaling-down effort. The potential problems raised by the existence of technological externalities were also cited in a study of the diffusion of electronic fund transfer systems in the banking industry.[23] While a number of insurance companies currently have, or are planning, private communications networks to link home-office host computers to field offices and often to key independent agents, the total cost of the individual networks is considerably higher than the cost of a common industry network that could be shared by many.

Summary

While readily available evidence does not preclude the possibility that inertia and ignorance may have been factors delaying the implementation of computer technology by smaller firms, the primary source of delay appears to be related to the time required to produce applications software and to achieve the advances in semiconductor and magnetic technologies required to bring down the price of minicomputers. The inadequacy of systems software remains a problem to date, as witnessed by the results of a recent survey of 242 independent property/casualty agents who had recently automated. The overwhelming majority of agents cited software as a major shortcoming to their effective use of EDP, followed by lack of adequate vendor support.[24]

Delays in the development of applications software can, in turn, be linked to lags in the training of systems analysts and programmers and to difficulties in pooling demand across users so that economies of scale can be realized in systems analysis and software development.[25] The time required to bring down

the cost of computer hardware is largely a consequence of developments in semiconductor technology, which until recently took place largely in the United States.

The overriding question that we are left with is: What are the implications of the EDP diffusion process for public policy? In particular, can, or should, public policy makers address the scaling-down phenomenon, which traditionally represents a major feature of the diffusion process and which, furthermore, may be the phase of the technological change process least characterized by "public goods" – technical-type spillovers from the United States. Our final chapter will address these issues.

4 Summary and Policy Implications

Our case study of EDP adoption in the insurance industry reinforces certain findings that have been noted in other studies of innovation diffusion. Most notably, it reinforces the suggestion from these studies that many innovations are characterized (especially in the early stages of adoption) by indivisibilities that mitigate, if not preclude, profitable adoption by smaller firms. To be sure, the market responds to this diffusion barrier by scaling down the technology over time for profitable use by smaller firms. The length of time it appears to take for initial use of the innovation to spread to smaller firms and for more widespread applications of the technology to be implemented by potential adopters, however, is noteworthy. In the case of the insurance industry, while larger firms were among the first adopters of EDP in Canada, the industry as a whole exhibited a protracted response to implementing EDP. For example, over 80 per cent of Canadian insurers had not yet adopted EDP for even one application by 1969 – approximately 13 years after computers were first used in the industry.

The Causes of the Diffusion Lag

Our case study did not enable us to identify the sources of the observed diffusion lag with any precision. The results support a number of conclusions, however, with greater or lesser degrees of confidence. A recent survey of automation patterns among insurance agents notes that the two most frequently cited barriers to EDP adoption were limited software capability and inadequate vendor support.[1] This result tends to support other surveys of early EDP usage patterns, which also stressed software availability as a major barrier to widespread automation. Specifically, development of appropriate software systems could not be cost-justified by most firms in the early stages of adoption, particularly given the scarcity of programmers and systems analysts. Furthermore, the required software was frequently not available "off the shelf," especially where the insurer was pioneering in specific product offerings. Even when applicable systems were available, very little, if any, formalized training or support existed to help users utilize the systems. This lack of support and training obviously could be expected to reduce the *ex ante* benefits of automation, especially among smaller potential users.[2]

There is no reason to suspect that weak competitive conditions were a cause of "supply side" restrictions on the availability of software, system support, and minicomputer hardware. The relevant segments of the computer industry, especially the software and service bureau segments, are structurally quite competitive. Rather, limitations on the ability of smaller insurance companies to pool demand and scale down their size requirements for profitable EDP use appear to have been an important factor exacerbating the pronounced scarcity of trained EDP personnel.

Problems in "demand pooling" in turn appear related to the existence of product differentiation and the desire for autonomy in managing computer facilities. These considerations restricted the demand for standardized software packages and shared networking facilities. They continue to be relevant factors impacting upon the adoption of EDP by insurance agents, as discussed in the preceding chapter. Additional impediments to the widespread implementation of computer networking among agents include the need for standardization of line speeds for interconnection and a need for increased use of distributed data processing by insurers so that agent/brokers can communicate directly with each other rather than have to communicate through their head offices.[3]

"Market Failure" Attributes of the Diffusion Lag

We noted in Chapter 1 that the critical question that economists ask in evaluating the merits of government intervention in market processes is whether one or more conditions in the market can be expected to contribute to the failure of the market to produce a socially efficient rate of output. If such conditions exist, a potential argument for implementing ameliorative public policies can often be made.

In considering the evidence available on the factors contributing to the diffusion lag for EDP adoption in the insurance industry, a number of policies that seemed relevant to conditioning the diffusion path in the case of several other innovations do not seem as relevant here. For example, it is not obvious that competition policy could have played any useful role in altering the receptivity of insurers to EDP adoption, since the insurance industry appears to be structurally competitive.[4] We came across several suggestions in the trade literature that regulatory restrictions on competition in the telecommunications industry may have discouraged time sharing and other forms of networking by contributing to higher telephone-line charges. Unfortunately, we have no evidence to evaluate the empirical relevance of the charge. Nevertheless, the continued convergence between computing and telecommunications suggests that regulators should pay careful attention to the impact of telecommunications regulations on the diffusion of computer-based services.

We came across no evidence to support the concern that the market has failed to generate sufficient information about the availability of the relevant technology, on the one hand, or about the needs of potential users, on the other. As noted above, a more important consideration appears to be the relevant costs associated with standardizing information systems and product portfolios. Standardization requires cooperation across companies, and since any one company's beneficial use of a network is enhanced by the cooperation of other potential users, there is an element of a "free-rider" problem that contributes to the potential for market failure.

The issue of whether free-rider concerns invoke the need for government intervention is a complex one. Where there are apparent benefits to cooperation across firms, such cooperation could proceed voluntarily, presuming that transaction costs are not prohibitive. Where transaction costs in the market are relatively low, it is unlikely that government intervention could improve the allocative solution, even where externality problems exist.[5] Even where transaction costs are high, government intervention is preferable to the market solution only if the government solution enjoys lower transaction costs than the market participants and only if those government transaction costs are less than the benefits from intervention.

In the specific case of the insurance industry, it is clear that companies recognize the need for cooperation to "internalize" the benefits of standardization and coordination. For example, a universal interest in automation and interface has occasioned the joint involvement of insurance companies, agent/brokers, and industry organizations in Canada, in the formulation of agency system and interface standards through the Centre for the Study of Insurance Operations (CSIO), just as it has in the United States through the Institute for Insurance Research (IIR) and the Association for the Coordination of Record Development (ACORD).[6] Both the CSIO in Canada and the IIR and ACORD in the United States are working to produce an industry standard, so that all products adapt to a fixed format of information in order that agency/brokerage systems and company systems can transmit data to each other.

In addition, a number of individual large insurers have taken the initiative to assist the interfacing process. For example, Prudential, Royal, and Zurich individually initiated projects with office automation companies to study the implications of agency interface and electronic mail, and later joined together to share ideas through a forum called the Agency Interface Study Group (AISG), where ideas and findings could be shared. At the same time, Fireman's Fund and Kaysea Consultants were working on, and are continuing to develop on IBM equipment, a Brokerage Policy Management and Issuance System. Fireman's Fund has now joined AISG.[7]

The severity of the transaction-costs and free-rider issues associated with agency/company interfacing – as a specific example of intercompany cooperation – is unclear. One indicated suggestion of the severity of the problem is the fact that the CSIO is a descendant of the Agency Company Operations Study, which started in 1972. Yet, 10 years after the start of this coordinating effort, more than 90 per cent of all Canadian agency/brokerage offices are not automated. On the other hand, in "The Realities of Interface," Clarke suggested that Canada is in a relatively good position to accomplish interface. Specifically, in Canada 70 per cent of the premium volume is written by companies using a foundation system called Policy Management System (PMS), written for large IBM equipment. Thus there are similarities in the underwriting parameters of different insurers owing to the structure of PMS and the Superintendent of Insurance guidelines. Nevertheless, there is still a need for an agency/brokerage system to be customized for the residual company's specific requirements.

In short, while the issue of interface and standardization has been critical to the diffusion of EDP technology in the industry, it does not present a clear-cut example of the occasion of market failure, which, in turn, mandates government intervention. It does suggest that where other government regulations impact upon an industry (e.g. in the case of the

Superintendent of Insurance guidelines) the consequences of these regulations for the technological change process be considered.[8] It also suggests that where large firms are unwilling, or unable, to assume the initiative in promoting market-oriented efforts to effect cooperation in standardization, government agencies may have a role to play.

While the concept of market failure provides no clear-cut guidelines for public policy recommendations in our case study of EDP adoption in the insurance industry, it is worth considering some broader public policy issues that are potentially relevant both to the specific case at hand and to the process of technological change in general.

Education and Manpower Training

Through their role in subsidizing education (especially higher education) and operating manpower training programs, governments at various levels have an important impact on the rate at which new skills are acquired and disseminated in the population. The shortage of skilled personnel in specific areas of the economy can act as a barrier to the diffusion of new technology, as was arguably the case in the adoption of EDP where, as noted above, the short supply of systems analysts and programmers restricted the spread of computerization, primarily by hampering the development and adaptation of software.[9]

Studies of labour markets indicate that the supply of students going into specific training and academic programs responds (with a lag) to changes in relative wage rates in the economy. Thus educational training institutions could, in principle, respond to price signals in the fashion of for-profit organizations. But, in practice, educational institutions do not respond quickly to changes in student demand patterns. Nor is it true that educational administrators anticipate changing skill requirements in the economy before their students do. As the experience with computer education suggests, public-sector educational institutions have been very slow to respond to increased demand for data-processing training programs and computer science curricula. This slow response is manifested in a number of ways, including substantial excess demand for eligible enrolment in data processing and computer courses in community colleges and universities and the rapid growth of privately owned computer training schools.

It is beyond the scope of this study to examine the factors that contribute to rigidities in public-sector educational institutions. Suffice to note that seniority and tenure considerations often make it extremely difficult for educational administrators to reallocate funds away from departments with shrinking enrolments to those with expanding enrolments. As a result, provision of increased "output" in specific areas of the educational system usually requires additional funding. In periods when real incomes are growing slowly, or not at all, as has been the case over the past decade, it is difficult to raise the tax revenues required to fund the expansion of educational services. This is especially true when the taxpayer perceives that there is slack in other areas of their educational institutions that could be used to fund expansion in areas facing excess demand.

A rapid response to the demand for skilled technical manpower seems required to effect significant, short-run changes in underlying technological processes. A fair number of surveys have noted that while gradual changes in technology impose no major requirements for education and retraining, efforts to upgrade technology in a sharp and quantitatively discrete way often impose demands for highly skilled workers, especially those with technical backgrounds.[10]

The rigidities of the public-sector educational system cannot be easily offset or mitigated by the activities of private-sector educational systems. One problem is the ability of government educational institutions to underprice private institutions, which acts as a formidable barrier to entry to private investors.[11] To be sure, private entrepreneurs do enter the educational industry from time to time. Typically, however, private institutions are highly specialized and appeal to fairly narrow segments of the market for educational services. Furthermore, the curricula provided by private educational institutions are ordinarily not offered, or expected to be offered, by public institutions. The fairly rapid growth of private schools specializing in data processing and business studies is therefore a testimony to how slow the reaction time of public educational institutions has become.

The investments being made by private entrepreneurs in the area of computer training suggest that they anticipate the "competitive reaction" of public schools to be slow and protracted. But it should be noted that the private schools being established in the data processing and business areas are primarily offering quite basic programs in computer literacy – i.e. an introduction to low-level programming languages and to packaged software.[12] One would not expect private educational institutions to provide advanced training in computer sciences and systems engineering – i.e. the type of training that was ostensibly appropriate to easing the software and systems development "bottleneck" at the start of the scaling-down process. This type of advanced training often requires investments in long-lived assets, including expensive capital equipment,

which may not be fungible in the event of the government's pre-emption of such teaching services.

In a number of technical areas, private corporations have training programs for their employees, as well as research programs that are partial alternatives in the marketplace to formal educational programs. Once again, however, it is unlikely that these training programs will adequately substitute for formal education. For one thing, the training offered is likely to be highly firm-specific. Therefore, the mobility of employees will not be greatly enhanced by the training offered. For another, the training is likely to stress routine, specific applications rather than more theoretical, problem-solving techniques. But it is the latter sort of training that is likely to produce the skilled labour required to effect significant changes in the state of the art (technological art, that is).

Policy Implications

While our evaluation is, perhaps, overly impressionistic and anecdotal, the EDP experience seems to highlight the importance of a responsive educational system to the technological diffusion process. The notion that the innovation process often has to await the availability of specific complementary inputs or components has been propounded elsewhere.[13] What is, perhaps, idiosyncratic about the EDP diffusion process is its heavy reliance on specialized, human capital inputs, especially at the early stages of the process. This characteristic may continue to be prominent in computing, as well as in computer-related activities such as telecommunications.[14] To this extent, institutions that enhance the elasticity of supply for skilled workers may contribute in an important way to speeding the diffusion process.

Bad planning or inefficient management of educational resources will certainly frustrate society's efforts to promote greater supply-elasticity among skilled occupational groups. Hence greater attention to designing policies and organizational structures that will improve the ability of our educational institutions to anticipate skilled labour needs and to act accordingly may be one relevant policy implication following our study of the EDP diffusion process.

One certainly cannot be sanguine about the ability of educational planners to forecast "bottleneck" skills with precision. For that matter, private sector planners may be far from accurate forecasters as well. It would therefore seemingly be appropriate for policy makers to encourage a fairly free cross-border flow of skilled labour, and substitutes for skilled labour. In this regard, consideration of policies designed to limit cross-border flows of data and data processing services is entirely inconsistent with the objective to increase elasticities of input supply in this sector of the economy. The same basic principle is applicable when considering the emerging areas of satellite and cellular radio technology and biotechnology. Protectionist policies, especially as directed to skilled labour inputs, will almost undoubtedly slow down the adoption process.

The most common government activities in support of technological change in the market-oriented industrialized countries tend to emphasize support in the early stages of the technological change process. They include: 1) support for the development of technology believed basic and important to future industrial progress; 2) direct subsidies to firms to reduce the cost of innovation, through grants or contracts, and that favour projects that are technologically risky; 3) specific programs to aid the individual inventor or new firm, through grants provided for support at the early stages of the innovation process; and 4) activities aimed at easing labour displacement from innovation.[15]

The philosophy of government involvement in civilian technology has therefore tended to be to increase the opportunities for innovation but not to decide which particular innovations are needed or to produce them.[16] While this tends to be in accord with the general wisdom of economists, one can argue that a slightly different emphasis is appropriate in Canada. Since Canadians have access to many of the basic scientific breakthroughs emanating from other countries, emphasis on promoting basic research and sophisticated applied research to generate technologically risky innovations does not seem to be an optimal allocation of resources in a small country.

At the same time, the adoption of innovations, especially at the early stages, is often accompanied by significant redesign and alteration of the original innovation. In many cases, complementary innovations are developed. The adoption exercise is risky, and to some extent it generates externalities in the same ways that R&D expenditures do. Furthermore, the idiosyncratic needs of users often imply that wholesale "borrowing" from the adoption experience of other countries is not feasible or does little to promote the domestic adoption experience. Viewed in this context, arguments for government support of R&D versus government support of diffusion may in some cases differ only in degree.[17] In this regard, calls for government creation and partial support of a system of industrial research associations to aid in the transfer of technology to industrial (and service) firms may not be an inefficient pre-emption of the markets,[18] if free-rider problems and transaction costs mitigate against an efficient "free market" solution to the scaling-down process.

Concluding Comments

The strongly similar EDP adoption patterns in the U.S. and Canadian insurance industries are worthy of comment in light of the popular notion that Canada enjoys a marked diffusion lag vis-à-vis the United States. While this pattern was documented in a number of studies of manufacturing innovations, the pattern was less consistent in the case of EDP adoption by service firms.[19] Specifically, while U.S. department stores and hospitals were faster to adopt EDP than their Canadian counterparts, the reverse was true in the case of libraries and food wholesaling. Nor is there uniformly consistent evidence that foreign subsidiaries operating in Canada are faster to adopt new technology than Canadian-owned firms. For example, this was not the case with numerically controlled machine tools.

This pattern of evidence tends to suggest that broad environmental factors, combined with the nature of the innovation in question, are more important determinants of diffusion patterns than is ownership *per se*. In the case of the insurance industry, for example, the industry is structurally competitive in both the United States and Canada. Furthermore, the size distributions of insurers are comparable in both countries, except for the presence of very large firms in the United States. But given the fact that the net advantages to adopting EDP did not apparently increase throughout the entire size range of firms, the more skewed U.S. distribution did not apparently influence relative adoption rates. Furthermore, bottlenecks in the form of shortages of software and systems design inputs were relevant to both the U.S. and Canadian experiences.

In short, the insurance industry's EDP experience provides support for the notion that policy makers should focus on broad environmental factors in developing policies to promote faster technological change in Canada. Certainly, preoccupation with foreign ownership and foreign direct investment does not seem an especially useful focus for policy makers concerned about technological change in Canada's service industries.

Appendix

Computers Installed in Insurance Companies as of May 1, 1969

Province/city	Name of user	Type of computer	Delivery date
British Columbia			
Vancouver	Fidelity Life Assurance Company	UNI 9200	1968
	SAFECO Insurance Group	IBM 360/20	1967
	Canadian Indemnity Company	IBM 1401	1965
	Canadian Premier Life Insurance Company	IBM 360/20	1966
	Great-West Life Assurance Company	IBM 306/50	1967
		IBM 7070	1962
		IBM 1401	1962
Manitoba			
Winnipeg	Monarch Life Assurance Company	IBM 360/20	1967
	Reed Shaw-Osler	IBM 360/20	1967
	Wawanesa	IBM 1401G	1963
Ontario			
Brantford	Canadian Order of Foresters	IBM 360/20	1967
Kingston	Empire Life Insurance Company	IBM 360/30	1967
London	London Life Insurance Company	IBM 360/30	1965
		IBM 360/50	1966
		IBM 360/65	1969
		IBM 1401	1961
		IBM 7074	1963
	Northern Life Assurance Company of Canada	IBM 1401	1961
		IBM 360/40	1969
Ottawa	Metropolitan Life Insurance Company	HON 800	1962
		HON 800	1967
		HON 200	1963
		HON 125	1967
		IBM 360/20	1967
Owen Sound	Co-Operators Insurance Association	UNI 1005	1968
		UNI 1040	1966
Toronto	Anglo Canadian Fire and Casualty	IBM 360/20	1968
	Canada Life Assurance Company	IBM 360/40	1966
		IBM 1401	1968
		IBM 1401	1961
		IBM 7074	1962
	Canadian Surety Company	IBM 360/20	1967
	Canadian Underwriter's Association	IBM 360/30	1966
	Combined Insurance Company of America	IBM 360/20	1966
	Confederation Life Insurance Association	IBM 360/20	1967
		IBM 705	1958
		IBM 360/50	1967
	Continental Casualty Company	IBM 360/20	1967
	Crown Life Insurance Company	IBM 360/50	1967
		IBM 1401	1961
		IBM 7070	1960
	Dominion of Canada General Insurance Company	IBM 360/30	1967
	Excelsior Life Insurance Company	IBM 360/40	1967
	Guardian Union Group of Insurance Companies	IBM 360/30	1967
	Halifax Insurance Company	IBM 360/20	1967
	Imperial Life Assurance Company of Canada	IBM 360/40	1966
	Independent Order of Foresters	IBM 360/40	1967
	INSCO Systems Corporation	IBM 360/30	1967
	Manufacturers Life Insurance Company	IBM 1401	1962
	Mutual of Omaha Insurance Company	HON 200	1966
	National Life Assurance Company of Canada	IBM 360/30	1967
	North American Life Assurance Company	IBM 1401	1963
	Phoenix of London	IBM 360/30	1968
	Prudential Insurance Company of America	IBM 360/40	1968
	Traders Group Limited	IBM 360/30	1966

Appendix (concl'd.)

Province/city	Name of user	Type of computer	Delivery date
	United Investments Limited	IBM 360/30	1967
	Zurich Insurance Company	IBM 360/30	1966
Waterloo	Dominion Life Assurance Company	IBM 360/40	1966
	Equitable Life Insurance Company of Canada	IBM 360/30	1966
	Mutual Life Assurance Company of Canada	IBM 7070	1962
		IBM 1401	1962
		IBM 360/65	1968
	North Waterloo Farmers Mutual Insurance Company	IBM 360/20	1969
Quebec			
Lévis	Fédération des Caisses populaires Desjardins	IBM 1401	1966
	L'Assurance-Vie Desjardins	IBM 360/30	1967
Montreal	Aeterna-Vie Compagnie d'Assurance	UNI SS-90	1962
	Alliance Mutual Life Insurance Company	IBM 360/20	1968
	Les prévoyants du Canada	IBM 360/30	1968
	Commercial Union Life	IBM 360/30	1966
	Monitor Underwriting Management Limited	HON 120	1967
	Prudential Assurance Company Limited	IBM 360/40	1966
	Royal Exchange Assurance	IBM 1410	1963
	Standard Life Assurance Company	IBM 360/30	1968
	Sun Life Assurance Company of Canada	IBM 360/65	1968
Quebec	Cie d'Assurance du Club Auto de Québec	IBM 1401	1962
	Industrial Life Insurance Company	IBM 360/40	1966
St. Hyacinthe	Groupe Commerce Assurance	IBM 360/30	1967
Saskatchewan			
Regina	Saskatchewan Government Insurance	BUR 500	1964

Abbreviations:
BUR - Burroughs
HON - Honeywell Controls
IBM - International Business Machines
UNI - Univac

SOURCE *Canadian Insurance* (September 1969).

Notes

CHAPTER 1

1 For some recent estimates, see Edward F. Denison, "Explanations of Declining Productivity Growth," *Survey of Current Business*, August 1979. The precise contribution of technological change and other components of the productivity "residual" has been the subject of an intense debate that need not concern us here. For a perspective on the debate, see Frank Gollop and Dale Jorgenson, "U.S. Productivity Growth by Industry, 1947-73," in *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, edited by J. W. Kendrick and B. Vaccara (New York: National Bureau of Economic Research, 1980).

2 Exceptions to this assertion can, of course, be cited. One such exception is the data-processing service industry. Another is the telecommunications industry.

3 For a thorough review of the relevant issues, see Victor Fuchs, ed., *Production and Productivity in the Service Industries*, Studies in Income and Wealth, no. 34 (New York: Columbia University Press, 1969).

4 See Steven Globerman, *The Adoption of Computer Technology in Selected Canadian Service Industries*, Economic Council of Canada (Ottawa: Supply and Services Canada, 1981).

5 For a review of these hypotheses, see Joan Bodoff, *The Effect of Innovation on Productivity in the Service Industries*, U.S. Department of Commerce (Springfield, Virginia: National Technical Information Service, 1975).

6 A description of the early utilization of EDP in the insurance industry can be found in U.S. Department of Labor, "Office Automation in the Insurance Industry," *Monthly Labor Review* 88 (November 1965).

7 We shall elaborate on the evolution of EDP use in the insurance industry in more detail in a later chapter.

8 These and other data in this section are from Statistics Canada, *Financial Institutions* (Ottawa: Supply and Services Canada, 1983). A reviewer points out that since life insurance income includes annuity contributions and the savings portion of whole life premiums, "income" includes the increase in assets claimed by policy holders, which is equivalent to including the growth in bank deposits as part of bank income. The reviewer suggests that value-added comparisons are more appropriate. While this criticism is well taken, the question of how to appropriately define the "income" of financial institutions is peripheral to our study.

9 This figure excludes accident and sickness insurance coverage, and insurance issued by government-owned companies.

10 The three largest provincial insurance agencies are: Insurance Corporation of British Columbia, Saskatchewan Government Insurance, and the Manitoba Public Insurance Corporation.

11 The total assets of the accident and sickness branches of life insurers, plus segregated funds, averaged around $7 billion in 1979.

12 Prior to these dates, private insurers provided health care insurance. While some private health insurance programs continued after the implementation of government hospital and medical care programs, they became virtually extinct after a few years.

13 For an examination of the adoption of computers in the hospital sector and (tangentially) the role played by provincial health ministries, see Globerman, *Computer Technology in . . . Service Industries*.

14 Recent critical reviews of the diffusion literature can be found in Bela Gold, "Technological Diffusion in Industry: Research Needs and Shortcomings," *The Journal of Industrial Economics* XXIX (March 1981):247-71; and K. McMullen, "A Model of Lag Lengths for Innovation Adoption by Canadian Firms," Economic Council of Canada, Discussion Paper 216, Ottawa, May 1982.

15 Some relevant empirical studies are reviewed in Edwin Mansfield *et al.*, *The Production and Application of New Industrial Technology* (New York: Norton and Company, 1977), Chapters 6 and 7.

16 See, for example, Edwin Mansfield *et al.*, *Research and Innovation in the Modern Corporation* (New York: Norton and Company, 1971).

17 Relevant studies include: Gold, *Technological Diffusion*; N. Rosenberg, "Factors Affecting the Diffusion of Technology," *Explorations in Economic History* 10 (Fall 1972):3-33; and D. Mowery and N. Rosenberg, "The Influence of Market Demand upon Innovation: A Critical Review of Some Recent Empirical Studies," *Research Policy* 8 (1979): 102-53.

18 Robert Peterson, William Rudelius, and Glenn Wood, "Spread of Marketing Innovations in a Service Industry," *The Journal of Business* 45 (October 1972):485-96.

19 D. L. McQueen and J. R. Savary, "Economic Significance of the Computerization of Deposit-Taking Institutions in Canada," Economic Council of Canada, Discussion Paper 87, Ottawa, 1977.

20 See Globerman, *Computer Technology in . . . Service Industries*.

21 From a policy perspective, for example, the decision of firms in service industries to merge is (in some cases) under the direct or indirect influence of public authorities. The impact of merger activity on the size distribution of firms and on the competitive conditions surrounding an industry could have important, indirect consequences for the diffusion process in service industries.

22 For a review of many of these studies, see Steven Globerman, *U.S. Ownership of Firms in Canada* (Montreal: C. D. Howe Research Institute, 1979).

23 Theoretical arguments are evaluated in D. F. McFetridge, *Government Support of Scientific Research and Development: An Economic Analysis*, Ontario Economic Council Research Study 8 (Toronto: University of Toronto Press, 1977). Recent empirical evidence is provided in Edwin Mansfield *et al.*, "Social and Private Rates of Return from Industrial Innovations," *Quarterly Journal of Economics* 91 (March 1977):221-40.

24 The possibility that competition among firms will lead to a rate of innovation introduction that is "too fast" for a social optimum is discussed in Morton Kamien and Nancy Schwartz, *Market Structure and Innovation* (Cambridge: Cambridge University Press, 1982). In most cases, the relevant concern is that innovation adoption will proceed at below the socially optimal rate.

25 The significance of even relatively small changes in the prices of complementary inputs to the net advantages of adopting agricultural innovations is discussed in Gershon Feder, "Adoption of Interrelated Agricultural Innovations: Complementarity and the Impacts of Risk, Scale and Credit," *American Journal of Agricultural Economics* 64 (February 1982):94-101. A similar argument for manufacturing industries is made in Nathan Rosenberg, *Inside the Black Box: Technology and Economics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1982).

CHAPTER 2

1 The initial adoption of EDP in the U.S. insurance industry predated that in Canada by two years. See W. S. Bagby, "Automation in Insurance," *Journal of Insurance* (1957); and R. Brown Hunt, "Office Automation," *Best's Life Review* (September 1960):40.

2 See Globerman, *Computer Technology in . . . Service Industries*.

3 See McQueen and Savary, "Computerization of Deposit-Taking Institutions."

4 See Globerman, *Computer Technology in . . . Service Industries*.

5 Labour Canada, *The Current Status of Electronic Data Processing in Canada, 1960* (Ottawa: Queen's Printer, December 1960), p. 8.

6 Labour Canada, *The Current Status of Electronic Data Processing in Canada, 1961* (Ottawa: Queen's Printer, December 1962), p. 6.

7 U.S. Department of Labor, *Technological Trends in Major American Industries*, Bulletin 1474 (Washington: U.S. Government Printing Office, February 1966).

8 See Michael Steeler, "Automation 69," *Canadian Insurance* (September 1969):10.

9 The interfirm diffusion process differed across the different segments of the industry. Specifically, 28 per cent of all registered life insurance companies were automated, compared with 6.5 per cent of all general insurance companies.

10 In comparison, it has been estimated that as early as 1958 there were more than 1,000 large computers in operation in the United States; see U.S. Department of Labor, *Technological Trends*, p. 8.

11 As Table 2-2 suggests, the bulk of the computer usage in the finance and insurance sector, as indicated in Table 2-3, is accounted for by the insurance companies.

12 See Labour Canada, *Data Processing in Canada, 1961*.

13 See U.S. Department of Labor, "Office Automation in the Insurance Industry," *Monthly Labor Review* 88 (November 1965).

14 U.S. Department of Labor, "Office Automation in the Insurance Industry," p. 1314.

15 U.S. Department of Labor, "Office Automation in the Insurance Industry," p. 1315.

16 See "Instant Information," *Best's Fire and Casualty Review* (July 1965):45. It might be noted that the initial application by Continental involved only four inquiry-response stations located at the firm's Chicago headquarters.

17 Both the more complex software requirements and the shorter "lengths of run" reflect the fact that property and liability insurance had more policy types, owing in part to provincial variations in laws related to rating and selling.

18 For a full discussion of the economics of early data processing, see George E. Delehanty, "Computers and the Organization Structure in Life Insurance Firms: The External and Internal Environment," in *The Impact of Computers on Management*, edited by Charles A. Myers (Cambridge: MIT Press, 1967).

19 Automated insurance companies in Canada as of that date are identified in *Canadian Insurance* (May 1969):10.

20 See Steven Globerman, "New Technology Adoption in the Canadian Paper Industry," *Industrial Organization Review* 4 (1976):5-12; and S. Globerman, "Technological Diffusion in the Canadian Tool and Die Industry," *The Review of Economic Statistics* 57 (November 1975):428-34. More conclusive evidence is provided in an analysis of 1,382 technology transfers, which found that the multinational corporation is one of the fastest

and most effective channels by which new, sophisticated, and expensive-to-develop technological know-how is imported into Canada. See D. G. McFetridge, "The Choice of Technology Transfer Mechanism," a report prepared for the Economic Council of Canada, Carleton University, Ottawa, 1981, mimeo.

21 The list was provided in Life Office Management Association, *EDP Hardware and Software Utilization in Life Insurance Companies* (New York: LOMA Publications, June 1974).

22 In effect, we assumed that complete discontinuance of EDP activities was unlikely once initial automation was undertaken.

23 There were 37 automated life insurance companies in the sample. It should be noted that the percentage of automated companies in our sample (around 36 per cent) exceeds the percentage in the population (around 30 per cent). This suggests that our sample may be slightly biased towards larger firms – a plausible consideration, since very small firms may not be members of the Canadian Life Insurance Association.

24 A *t*-statistics is shown in parentheses below each coefficient. $\bar{R}^2$ is the adjusted (for degrees of freedom) coefficient of determination.

25 This procedure is described in O. Ashenfelter, "Some Statistical Difficulties in Using Dummy Dependent Variables," in *The Economics of Labor Force Participation*, edited by Bowen and Finegan (Princeton: Princeton University Press, 1969), pp. 644-48; and J. Johnston, *Econometric Methods* (New York: McGraw-Hill, 1963), pp. 224-28.

26 For a discussion of this point, see D. R. Cox, *The Analysis of Binary Data* (London: Methuen and Company Ltd., 1970). The variance of the dependent variable in Equation 1(a) equals 0.24.

27 Asymptotic *t*-ratios are reported in parentheses below each coefficient; *LN LKLHD* is the (natural) log likelihood ratio.

28 It might be noted that the results in Equation 1(b) correspond closely to the (unreported) results obtained from using generalized least squares to estimate Equation 1.

29 See Nat. C. Robertson, *Science Policy in the United States* (Washington: U.S. Government Printing Office, 1980), p. 183.

30 Robertson interprets the diffusion evidence to suggest that while there must be a "threshold size" in the firm, very large companies are not more apt to introduce new technologies than medium-sized ones [*Science Policy*, p. 83].

31 See Insurance Accounting and Statistical Association, "Survey of Data Processing Resources, 1978," Washington, 1979, mimeo.

CHAPTER 3

1 For a description of one such early network, see *Best's Fire and Casualty Review* (October 1965):84.

2 It should be noted that Continental's early network system involved only six local branches tied to the head office.

3 U.S. Department of Labor, *Technological Trends*.

4 See *Canadian Insurance*, September 1969, p. 43.

5 Lawrence Welsh, "Robitaille Sees EDP Speeding Trend to Unity," *The Globe and Mail*, November 26, 1981, p. B2.

6 See Life Office Management Association, "Insurance Information Processing: A Look at Our Future," New York, 1975, mimeo.

7 A full discussion of the value-added network concept can be found in LOMA, "Insurance Information Processing."

8 See Christopher Markwell, "Automation Information," *Canadian Underwriter* (April 1982):38.

9 The slope of the exponential function (typically a logistic function) fit to the data would provide an estimate of the overall diffusion rate in the industry.

10 See LOMA, *EDP Hardware and Software Utilization*.

11 This finding has been reported in a number of studies. See, for example, A. A. Romeo, "Interindustry and Interfirm Differences in the Rate of Diffusion of an Innovation," *Review of Economics and Statistics* 57 *(August 1975)*.

12 See LOMA, *EDP Hardware and Software Utilization*. This sample therefore consists exclusively of companies with installed computers.

13 Canadian dollar values were converted to U.S. dollar equivalents using the average of 1969 and 1973 exchange rates.

14 For a discussion of these points, see D. J. Doyle, "The Business Mini Comes of Age," *Canadian Datasystems* (June 1973):21-22. An observer of the diffusion process for third-generation computers also concludes that the development of business systems analysis techniques and of software for integrated management control systems lagged behind the evolution of hardware. He further argues that the major source of technical uncertainty at that time was the possibility that available software may prove to be inappropriate or inadequate, notwithstanding suppliers' claims. See C. J. Sutton, "The Effect of Uncertainty on the Diffusion of Third Generation Computers," *Journal of Industrial Economics* XXIII (June 1975):273-80.

15 Turnkey packages supplied by mainframe computer manufacturers included operating systems, software tools, and software support and training. Nor were software and systems design constraints unique to the insurance sector. Computer applications were apparently delayed for this reason in a number of sectors examined in the writer's earlier Economic Council study.

16 One well-known consultant observed as recently as 1972 that: "When good software packages are available to handle all of the accounting functions of an electronic accounting machine without resorting to programming and a dp staff, the minicomputer will be in a much better position than it is today to compete in

the automated machinery market." See Duane E. Sharp, "A Hard Look at Minis and EAM's," *Canadian Datasystems* 4 (July 1972):28-29. Limitations on software availability were particularly marked for business appplications. See John Crawford, "Try a Little Imagination," *Canadian Datasystems* (June 1973).

17 See Phillip R. Hughes, "Mini-Computers: What, When, How and Why," in *Proceedings of the Insurance and Accounting and Statistical Association, 1976* (Durham, North Carolina: IASA, 1976).

18 See Life Office Management Association, *Minicomputer Utilization in Life Insurance Companies* (New York: LOMA, October 1976).

19 LOMA, *Minicomputer Utilization in Life Insurance Companies*.

20 See Donald H. Sanders, "EDP Experiences of Small Companies," *Best's Life News* (November 1965).

21 One recent estimate suggests that less than 1 per cent of professional health practioners in Canada have acquired in-house computer installations, compared with about 5 to 6 per cent in the United States and more than 20 per cent in France; see Ben Fiber, "Apprehension Is Holding Up Computer Use," *The Globe and Mail*, September 1982, p. B4.

22 An extensive discussion of these and other points related to networking is contained in Frost and Sullivan, Inc., "On-Line Data Communications and Processing Systems in the Insurance Industry," New York, March 1979, mimeo.

23 See McQueen and Savary, *Computerization of Deposit-Taking Institutions*.

24 See, "The Impact of Automation on Independent Insurance Agencies," *Best's Review* 83, no. 9 (January 1983):58-63. The survey also reports that automated agencies tend to be larger and faster-growing than the average agency.

25 Problems in pooling demand were, in turn, related to the idiosyncratic needs of users and the transaction costs inherent in standardizing operations across large numbers of firms.

CHAPTER 4

1 "The Impact of Automation on Independent Insurance Agencies," *Best's Review*.

2 See James F. Foley, "Issues in the 1980's," *Best's Review* 83, no. 7 (November 1982):75-76.

3 See Christopher Markwell, "Automation Information," *Canadian Underwriter* (June 1982):53.

4 For example, the share of total premium income in 1980 accounted for by the four largest property and casualty insurers was around 17 per cent.

5 This postulate was first developed in Ronald Coase, "The Problem of Social Cost," *Journal of Law and Economics* (1961).

6 These efforts are described in Markwell, "Automation Information."

7 These activities are discussed in Ken H. J. Clarke, "The Realities of Interface," *Canadian Underwriter* (May 1982):21-22.

8 While it has not been an issue in the insurance industry case, one can imagine the possibility that coordinated efforts across service companies to standardize product offerings might raise conflicts under the amended Combines Investigation Act. The need to reconcile the goal of promoting technological change with competition policy objectives might therefore emerge in the future.

9 We do not imply that this was necessarily the only, or even the most important, barrier to software and system development in the early "scaling-down" stage.

10 For a review of some of these studies, see Steven Globerman, "The Relationship between Education and Adaptability to Technological Change," Simon Fraser University, Burnaby, B.C., 1984, mimeo.

11 In effect, access to the taxpayer base and exemption from the Combines Investigation Act provide public sector educational institutions with the opportunity to practise successful predation. This is in addition to the traditional concern about externalities associated with the education process, which implies that the market will "overprice" educational services.

12 For example, there are numerous schools offering instruction in word processing, spreadsheet, and database microcomputing applications.

13 See Rosenberg, *Inside the Black Box*, Chapter 3.

14 Emerging breakthroughs such as artificial intelligence and voice-compatible computers may be seen as long-run efforts to reduce the importance of skilled human capital as a complementary input to innovations in computing; however, accomplishing these breakthroughs itself requires especially highly skilled scientists and engineers.

15 See Paul Horowitz, "Direct Government Funding of Research and Development: Intended and Unintended Effects on Industrial Innovation," in *Technological Innovation in a Dynamic Economy*, edited by Christopher T. Hall and James Utterback (New York: Pergamon Press, 1980).

16 Horowitz, "Direct Government Funding," p. 287.

17 It is dangerous to imply too much of a dichotomy between support for R&D and support for diffusion, since a significant portion of R&D is actually directed at promoting faster adoption of new technology created elsewhere.

18 This recommendation (among others) is offered by Horowitz, "Direct Government Funding," p. 315.

19 Relative diffusion rates for manufacturing innovations are discussed in D. J. Daly and S. Globerman, *Tariff and Science Policies: Applications of a Model of Nationalism* (Toronto: University of Toronto Press, 1976), Chapter 5. Case studies of EDP adoption are presented in Globerman, *Computer Technology in . . . Service Industries*.

Établi en 1963 par une Loi du Parlement, le **Conseil économique du Canada** est une corporation de la Couronne composée d'un président, de deux directeurs et d'au plus vingt-cinq autres membres, qui sont nommés par le gouverneur en conseil.

Le Conseil est un organisme consultatif indépendant dont le mandat lui enjoint de faire des études, donner des avis et dresser des rapports concernant une grande variété de questions rattachées au développement économique du Canada. Le Conseil est autorisé à entreprendre des études et des enquêtes, de sa propre initiative ou à la demande du Ministre, et à faire rapport de ses activités. Chaque année, il doit préparer et faire publier un exposé sur les perspectives et les problèmes économiques à long et à moyen termes. Il peut aussi faire publier les études et les rapports dont la publication lui semble opportune.

Le président est le directeur général du Conseil; il en surveille les travaux et en dirige le personnel. Les montants requis pour acquitter les dépenses du Conseil sont prélevés sur les crédits que le Parlement vote à cette fin.

En tant que personne morale, le Conseil assume l'entière responsabilité des *Exposés annuels*, ainsi que de certains autres rapports qui sont clairement désignés comme étant des *Rapports du Conseil*. Figurent également au nombre des publications du Conseil, les *Études*, *Documents* et *Comptes rendus de colloques*, qui sont explicitement *attribués à des auteurs particuliers* plutôt qu'au Conseil lui-même. Celui-ci établit une politique générale touchant ces textes, mais c'est au président qu'il incombe de prendre la décision finale de faire publier, sous les auspices du Conseil économique du Canada, les ouvrages à nom d'auteur tels que les études, documents et rapports de colloques. Pour se prononcer sur la qualité, l'exactitude et l'objectivité d'une étude ou d'un document attribué à son auteur, le président est conseillé par les deux directeurs. De plus, dans le cas des *études à nom d'auteur*, le président et les deux directeurs sollicitent l'avis de lecteurs extérieurs spécialisés, qui font un rapport confidentiel sur la qualité de ces ouvrages. Le fait de publier une étude ou un document à nom d'auteur ne signifie pas que le président ou les membres du Conseil souscrivent aux conclusions ou recommandations contenues dans l'ouvrage, mais plutôt que l'analyse est jugée d'une qualité suffisante pour être portée à l'attention du public.

L'informatique dans les compagnies d'assurance

Steven Globerman

Né dans la ville de New York, il est détenteur d'un baccalauréat ès arts du Collège de Brooklyn, d'une maîtrise ès arts de l'Université de la Californie à Los Angeles et d'un doctorat de l'Université de New York. Il a enseigné à l'Université York, à l'Université de la Californie à Irvine et à l'Université de la Colombie-Britannique. Il est actuellement professeur à la Faculté d'Administration des affaires de l'Université Simon Fraser, où il poursuit toujours des recherches sur les aspects économiques de l'innovation et du progrès technologique.

STEVEN GLOBERMAN

L'informatique dans les compagnies d'assurance

Les résultats de cette étude demeurent l'entière responsabilité de l'auteur et, en tant que tels, n'ont pas reçu l'adhésion des membres du Conseil économique du Canada.

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada, K1A 0S9

N° de catalogue EC 22-119/1984F
ISBN 0-660-91282-1

Canada: 4.95 $
à l'étranger: 5.95 $

Prix sujet à changement sans avis préalable

This study is also available in English under the title: *The Adoption of Computer Technology by Insurance Companies.*

Table des matières

Remerciements vii

1 Introduction et vue d'ensemble 1
Les questions à élucider 1
L'innovation dans le secteur des assurances 2
Aperçu de la documentation sur la diffusion des innovations 4
Conclusion 6

2 Les débuts de l'informatique dans l'industrie des assurances au Canada 9
Le contexte général 9
Comparaisons entre certaines industries 10
Les premières applications de l'informatique 11
Les premiers utilisateurs de l'informatique 13
Résultats d'une enquête 17
Résumé 17

3 Les stades ultérieurs de l'adoption de l'informatique 19
Le recours aux centres de traitement à façon 19
Mini-ordinateurs et systèmes de réseau 20
Le niveau d'utilisation de l'informatique dans les compagnies d'assurance au Canada et aux États-Unis 21
Les obstacles au processus de miniaturisation 24
Résumé 25

4 Résumé et conclusions 27
Les causes du retard dans la diffusion de l'informatique 27
Retard de diffusion et imperfection du marché 28
L'éducation et la formation de la main-d'œuvre 29
Considérations politiques pertinentes 30
Conclusion 31

Appendice 35

Notes 37

Liste des tableaux

1-1	L'emploi au Canada, par industrie, certaines années	1
2-1	Répartition des ordinateurs selon l'industrie et la taille des ordinateurs, Canada, au 1er janvier 1960	10
2-2	Répartition des ordinateurs selon l'industrie et la taille des ordinateurs, Canada, au 1er janvier 1962	11
2-3	L'utilisation des ordinateurs dans les principaux secteurs industriels, Canada, au 1er janvier 1960	11
2-4	Coût total de l'informatique en pourcentage des primes touchées, au 31 décembre 1977	17

Remerciements

La présente étude constitue un prolongement des travaux réalisés antérieurement par l'auteur, pour le compte du Conseil économique, sur la diffusion des techniques informatiques dans les industries de services au Canada. Le premier projet de recherche était axé sur les bibliothèques, les hôpitaux, les détaillants et grossistes en alimentation, ainsi que les grands magasins. Dans ce rapport, l'auteur communique les résultats de ses recherches sur l'utilisation des ordinateurs dans l'industrie des assurances. Les deux études ont un même objectif : améliorer nos connaissances de base sur la façon dont les nouvelles technologies font leur apparition, sont mises au point et ensuite appliquées dans l'économie canadienne.

La présente étude visait également à examiner plus en profondeur un certain nombre de questions mises en relief par la première étude et qui sont susceptibles d'intéresser tout particulièrement les gestionnaires et les planificateurs canadiens. Une de ces questions a trait à la façon dont les innovations conçues pour offrir un rendement maximum au sein des grandes sociétés sont adaptées de manière à être rentables à l'échelle des petites entreprises. Une question connexe porte sur l'interdépendance entre les facteurs liés à l'offre (par exemple, l'évolution du marché du travail) et les facteurs liés à la demande (par exemple, la croissance de la demande pour les produits finals), dans le cadre du processus de diffusion de la technologie.

Je désire exprimer ma gratitude au Conseil économique du Canada et, en particulier, à M. Neil Swan pour m'avoir offert la possibilité d'entreprendre ce projet et fourni l'aide financière nécessaire. Bien entendu, les conclusions ou les lacunes de la présente étude n'engagent d'aucune façon la responsabilité du Conseil économique. Plusieurs chercheurs et représentants de l'industrie m'ont apporté une aide précieuse au cours des premières phases de l'étude, notamment M. E. F. Belton de l'Insurer's Advisory Organization of Canada, le professeur Stephen Peitchines de l'Université de Calgary, Mad. Jennifer Rose du ministère de l'Industrie et du Commerce, M. M. F. Steeler, éditeur de *Canadian Insurance*, et M. James S. Wital de l'Association canadienne des compagnies d'assurance de personnes. M. Neil Swan et Mad. Kathy McMullen du Conseil économique, ainsi que trois autres lecteurs anonymes, ont fait des commentaires utiles sur une version antérieure de l'étude. Je tiens également à remercier sincèrement M. Lee Clements pour l'aide qu'il m'a fournie au cours de cette recherche.

1 Introduction et vue d'ensemble

Les questions à élucider

Dans la plupart des études sur la croissance économique, on reconnaît que le changement technologique est le facteur qui favorise le plus l'augmentation de la production réelle de l'économie[1]. Une autre opinion largement partagée est que le changement technologique progresse plus lentement dans la plupart des industries du secteur des services que dans les autres secteurs de l'économie. Entre autres facteurs, le coefficient élevé de main-d'œuvre dans la plupart des activités du secteur des services semble entraver l'adoption de nouvelles techniques, puisque celles-ci se présentent souvent sous la forme de pièces d'équipement nouvelles ou modifiées. En outre, le secteur des services est constitué pour une bonne part de petites entreprises mal capitalisées qui ne sont pas en mesure de tirer profit de la nouvelle technologie. Enfin, de nombreux services sont fournis par le gouvernement ou par d'autres organisations à but non lucratif que l'on considère comme étant tout particulièrement inefficaces.

Bien que les statistiques globales tendent à confirmer que la croissance de la productivité a été généralement plus lente dans les industries du secteur des services qu'ailleurs[2], ce genre de constatation doit s'accompagner d'une réserve : les mesures conventionnelles de la productivité sont biaisées au détriment des industries du secteur des services[3]. Les données disponibles indiquent néanmoins que les entreprises du secteur des services ont mis en général plus de temps à adopter les innovations récentes (surtout dans le domaine du traitement électronique des données) que les industries du secteur manufacturier[4]. Que l'introduction moins rapide de la technologie nouvelle dans le secteur des services puisse être un des principaux facteurs à l'origine des problèmes de productivité que connaît ce secteur est une hypothèse empirique importante que nous n'aborderons pas directement dans la présente étude. Une question fondamentale que nous envisagerons, cependant, est la nature des facteurs qui entravent l'application des techniques nouvelles dans les industries de services.

L'importance du processus de diffusion de la technologie dans le secteur des services est accentuée par la taille relative de ce secteur et par la croissance des industries de services au cours des dernières décennies (voir le tableau 1-1). Durant la période d'après-guerre, l'emploi dans les industries de services est passé d'environ 41,5 % de l'emploi total au Canada à près de 67 %. Certaines de ces industries sont ainsi devenues d'importants secteurs d'emploi au sein de l'économie canadienne. Sur ce plan, le secteur des finances, des assurances et des affaires immobilières a une importance modeste, mais c'est celui qui a connu, depuis la dernière guerre, la croissance la plus rapide parmi l'ensemble des principaux secteurs de services.

Tableau 1-1

L'emploi au Canada, par industrie, certaines années
En pourcentage

	1946	1961	1978
Secteur des biens			
Agriculture	24,8	11,3	4,7
Autres industries primaires	3,8	3,0	2,6
Industries manufacturières	25,3	24,0	20,3
Construction	4,7	6,2	6,7
Total	58,6	44,5	34,3
Secteur des services			
Transports, entreposage et communications[1]	7,9	9,3	8,6
Commerce de gros et de détail	12,3	16,9	17,4
Finances, assurances et affaires immobilières	2,6	4,0	5,5
Services communautaires, commerciaux et personnels	18,9	19,4	28,2
Administration publique		5,9	7,1
Total	41,7	55,5	66,8

1 Comprend les services d'utilité publique.

SOURCE B. W. Wilkinson, *Canada in the Changing World Economy* (Montréal, Institut de recherches C. D. Howe, 1980), tableau 3, p. 20; et Statistique Canada, *L'Annuaire du Canada 1980-1981*.

Malgré l'abondance des recherches sur le processus de diffusion de la technologie, il existe peu d'études sur l'adoption des techniques nouvelles dans les industries de services. La présente étude vise donc à parfaire notre connaissance de ce processus. L'innovation particulière qui fera l'objet de notre analyse est l'adoption des techniques de traitement électronique des données et de la technologie connexe dans l'industrie des assurances. Plusieurs questions empiriques précises présentent ici un intérêt particulier, y compris le rythme auquel les assureurs canadiens ont automatisé certaines fonctions et les facteurs qui ont contribué à accélérer ou à ralentir l'adoption de ces techniques. Sur ce dernier point, nous nous sommes notamment intéressés au processus de « miniaturisation » qui a rendu possible l'utilisation efficace des nouvelles techniques de traitement électronique des données dans les entreprises de plus petite taille.

Un certain nombre d'études, dont celle que nous avons effectuée sur l'adoption des techniques informatiques dans le secteur des services, ont fait ressortir l'importance des facteurs d'indivisibilité dans le processus d'adoption des nouvelles techniques de production. Ainsi, l'adoption d'une innovation nécessite souvent des déboursés considérables en regard de la taille moyenne de l'utilisateur éventuel, notamment aux premiers stades du processus de diffusion. Ce problème d'indivisibilité fait obstacle à l'adoption de nouvelles techniques de production dans les petites et les moyennes entreprises. Il est donc important de tenir compte de l'influence des forces du marché, ainsi que du rôle que peuvent jouer les politiques gouvernementales, en vue d'atténuer les effets de cette contrainte d'indivisibilité, en particulier dans le secteur des services où l'on retrouve une forte proportion de petites entreprises mal capitalisées.

L'innovation dans le secteur des assurances

On a fait valoir que l'avènement et la diffusion subséquente de l'ordinateur constitue la plus grande innovation qu'ait connue le secteur des services[5]. En faisant porter l'analyse sur l'adoption de l'informatique, nous sommes donc bien placés pour explorer les diverses hypothèses mises de l'avant sur la diffusion de la technologie dans les industries de services. Ce sujet a en outre l'avantage d'offrir une bonne base de comparaison, en raison du nombre de plus en plus élevé d'études publiées sur la diffusion des techniques de traitement électronique des données dans d'autres secteurs d'activité. L'informatique constitue donc une innovation assez bien définie pour les fins de notre étude; nous serons également en mesure de tirer des conclusions générales sur le phénomène de la diffusion du traitement électronique des données en nous inspirant d'autres travaux connexes. Une étude axée sur l'adoption de ces techniques sera par ailleurs susceptible d'intéresser les responsables gouvernementaux, compte tenu du potentiel encore inexploité de l'informatique au chapitre de la productivité dans le secteur des services.

Les compagnies d'assurance ont d'abord eu recours au traitement des données pour automatiser diverses fonctions comptables, comme les comptes à recevoir et les comptes à payer, la facturation, la paye, la confection des budgets et la comptabilité du prix de revient. À cet égard, les premières applications commerciales des techniques informatiques dans le secteur des assurances sont semblables à celles survenues dans d'autres industries de services, surtout pour ce qui est de l'accent mis sur les procédés relativement simples de comptabilité. Par exemple, les premières applications de l'ordinateur dans les hôpitaux portaient sur des fonctions administratives, en particulier les systèmes de comptabilité de la paye. Dans le secteur de la vente au détail d'aliments, les premières applications des techniques informatiques portaient sur la paye, les comptes à recevoir, les comptes à payer et le contrôle des stocks.

Cependant, une partie importante des applications comptables faites par les compagnies d'assurance avait un caractère unique. Ainsi, ces applications visaient à tenir des dossiers de référence sur les polices en vigueur; ces dossiers, à leur tour, servaient à facturer les primes, à mettre à jour les comptes relatifs aux polices, à payer les commissions des agents et à comptabiliser leurs ventes, à calculer les réserves requises, à payer les dividendes des assurés et à tenir la comptabilité des prêts sur police[6].

Avec le temps, les compagnies d'assurance se sont intéressées à des applications plus complexes, comme les techniques de traitement décentralisé et les systèmes de réseau, qui permettent de rapprocher les installations informatiques des points de vente; cette évolution s'observe également dans d'autres industries du secteur des services, y compris les organismes à but non lucratif comme les hôpitaux. La mise en place de réseaux informatiques favorise des échanges plus rapides et plus personnalisés avec la clientèle. Le personnel des succursales a facilement accès aux renseignements sur les polices, et est en mesure de concevoir des polices d'assurance répondant aux besoins précis des clients. Ainsi,

alors qu'au début les compagnies d'assurance utilisaient l'informatique pour réduire leurs coûts de comptabilité, accélérer l'encaissement des primes et gérer leur portefeuille de valeurs, elles s'en servent beaucoup plus depuis quelque temps pour promouvoir le lancement de nouveaux produits et améliorer le service à la clientèle[7].

Nous nous sommes intéressés à l'industrie canadienne des assurances en partie à cause du fait qu'il s'agit d'un secteur bien circonscrit, où propriété publique et privée et propriété canadienne et étrangère se côtoient. Cette polyvalence a été jugée avantageuse parce qu'un des objectifs de la présente étude consistait à déterminer dans quelle mesure le régime de propriété influe sur la propension d'une organisation à adopter des innovations. Le secteur des assurances occupe une place importante au Canada, et certaines des entreprises canadiennes les plus anciennes et les plus réputées sont des compagnies d'assurance, notamment la London Life, la Sun Life et la Royale.

L'industrie canadienne des assurances peut être divisée en trois segments principaux : l'assurance-vie, l'assurance-maladie et l'assurance générale. Ce dernier segment comprend toutes les catégories d'assurance autres que l'assurance-vie et l'assurance-maladie, mais la plus importante est l'assurance-automobile, suivie de l'assurance de biens et des autres formes d'assurance-dommages et d'assurance-responsabilité. Ces trois segments diffèrent suffisamment l'un de l'autre pour qu'on les aborde séparément.

L'assurance-vie — À la fin de 1978, 153 compagnies d'assurance-vie étaient enregistrées auprès du Département des assurances du gouvernement fédéral. L'ensemble des revenus de ce groupe de compagnies (à l'exclusion de leurs divisions de l'assurance-accidents et de l'assurance-maladie) s'élevait à près de 8,3 milliards de dollars en 1979, tandis que leur actif total atteignait presque 42 milliards de dollars. À titre de comparaison, les revenus des banques à charte du Canada étaient d'environ 21 milliards de dollars en 1979 et leur actif s'élevait à environ 195 milliards de dollars. Donc, en fonction de l'actif, l'importance du secteur de l'assurance-vie au Canada est légèrement supérieure à un cinquième de celle du secteur bancaire[8].

L'assurance-vie se divise en deux catégories principales : l'assurance-vie à primes viagères et l'assurance-vie de groupe. L'assurance-vie à primes viagères est vendue à des particuliers, tandis que l'assurance-vie de groupe est vendue sous la forme d'un contrat collectif en vertu duquel des certificats sont émis aux personnes assurées. À l'intérieur de ces catégories, les polices sont vendues à terme fixe ou sans terme fixe (c'est-à-dire à vie entière). Dans le premier cas, les primes versées permettent éventuellement au bénéficiaire de toucher la prestation de décès, tandis que dans le second cas, la valeur au comptant de la police s'élève graduellement et des rentes sont versées plus tard à intervalles réguliers. À la fin de 1978, l'ensemble des polices d'assurance-vie en vigueur au Canada représentait une valeur de 338 617 millions de dollars, tandis que la valeur nette des primes versées en 1978 s'élevait à 2 591 millions de dollars.

L'assurance générale — L'assurance générale comprend l'assurance-responsabilité, l'assurance de biens et d'autres types d'assurance-dommages. À la fin de 1978, 347 compagnies étaient autorisées à vendre de l'assurance générale. Les ventes d'assurances générales au Canada ont atteint, en 1979, une valeur de 5,2 milliards de dollars[9], dont un peu plus de 46 % au titre de l'assurance-automobile et environ 41 % au titre des assurances de biens, y compris l'assurance-incendie, l'assurance de biens meubles et immeubles et l'assurance contre le vol. En outre, les régimes d'assurances des gouvernements provinciaux ont vendu pour près de 2 milliards de dollars d'assurances générales[10]. En 1979, l'actif total des assureurs de biens et de dommages enregistrés auprès du gouvernement fédéral atteignait près de 10 milliards de dollars. L'actif combiné des compagnies d'assurance-vie et d'assurance générale inscrites auprès du gouvernement fédéral était donc légèrement supérieur à un quart de l'actif total des banques à charte en 1979. En ajoutant l'actif représenté par les polices d'assurance-acccidents et d'assurance-maladie détenues par les compagnies d'assurance-vie, ainsi que les fonds en réserve, ce rapport s'élève à environ 30 %[11].

L'assurance-maladie — À toutes fins pratiques, l'assurance-maladie et l'assurance-hospitalisation relèvent des gouvernements provinciaux. Il existe 10 plans provinciaux distincts offrant une assurance pour les soins de santé. L'assurance-hospitalisation est entrée en vigueur en 1958, et celle des soins médicaux, en 1968[12]. Pour l'exercice 1973-1974, on estimait qu'aux termes du Programme d'assurance-hospitalisation, les coûts des provinces et les contributions du gouvernement fédéral s'élevaient à près de 4,5 milliards de dollars. Dans le cas du Programme des soins médicaux, les coûts des provinces et les contributions du gouvernement fédéral se chiffraient à près de 2 milliards de dollars. Depuis lors, ces coûts ont augmenté rapidement. Ainsi, en 1979, les sommes affectées à l'assurance-hospitalisation et aux services diagnostiques par le gouvernement fédéral et les provinces atteignaient près de 6,5 milliards de dollars. Pour ce qui est de l'assurance

des soins médicaux, les déboursés du gouvernement fédéral et des provinces s'établissaient à 2,25 milliards de dollars la même année.

Bien que les régimes provinciaux de soins de santé diffèrent beaucoup, pour ce qui est de la période de couverture, de l'importance des prestations, de la rémunération des médecins, du mode de financement des hôpitaux et de la nature de l'appareil administratif, ils sont tous exploités sur une base non lucrative et sont administrés par des régies publiques qui doivent rendre compte de leurs opérations financières au gouvernement provincial.

En raison de la pénurie de données facilement accessibles, du peu de temps dont nous disposions et de contraintes de ressources, la présente étude ne s'étendra pas au sous-secteur de l'assurance-maladie[13]. Les deux sous-secteurs qui restent, soit l'assurance-vie et l'assurance générale, comptent pour une part importante de l'ensemble des opérations financières du secteur d'activité des finances, des assurances et des affaires immobilières, notamment lorsque l'on exclut les banques de cette catégorie. Plus précisément, l'actif total des sociétés d'assurance-vie, d'assurance de biens et d'assurance-dommages qui étaient enregistrées auprès du gouvernement fédéral représentait, en 1979, environ 15 % de l'actif de toutes les entreprises du secteur des finances, des assurances et des affaires immobilières. Comme l'actif des banques à charte représentait, la même année, près de 56 % de l'actif total de ce secteur, les compagnies d'assurance englobées dans notre étude interviennent pour environ 33 % de l'actif des institutions financières non bancaires au Canada.

Les produits offerts par les compagnies d'assurance-vie et d'assurance-dommages sont commercialisés tant par des agents indépendants que par des agents exclusifs. Les agents indépendants vendent les services et les polices de plus d'une compagnie, tandis que les agents exclusifs (bien qu'ils soient à leur propre compte) font affaire avec une seule compagnie d'assurances. En majeure partie, la commercialisation des produits et le service à la clientèle sont assurés par des agents indépendants. Comme nous le verrons dans un chapitre ultérieur, la rapidité et la nature du processus d'informatisation de cette industrie sont fortement influencées par le mode d'organisation des activités en aval.

Aperçu de la documentation sur la diffusion des innovations

La documentation sur la diffusion des innovations regroupe un grand nombre d'études menées dans des disciplines aussi diverses que l'économie, les sciences administratives, la sociologie et la biologie. La documentation pertinente étant aussi abondante, le lecteur se demandera peut-être pourquoi on rédige une autre étude sur la question. La raison en est fort simple; bien que certaines caractéristiques du processus de diffusion des innovations aient été assez bien mises en relief dans les nombreux travaux déjà publiés, d'autres ont été par contre négligées. La présente étude vise donc avant tout à apporter plus de précision sur ces aspects moins connus[14].

Avant de tenter de cerner ces questions, il importe d'examiner les caractéristiques essentielles du processus de diffusion. La diffusion d'une innovation fait intervenir trois paramètres déterminants : la date à laquelle l'innovation reçoit sa première application commerciale, la rapidité avec laquelle elle est ensuite adoptée par les entreprises susceptibles de le faire et la rapidité avec laquelle cette innovation remplace des techniques ou des produits désuets dans les entreprises qui l'ont adoptée. La rapidité avec laquelle une innovation se répand parmi une population d'entreprises correspond à ce que l'on appelle le processus de diffusion d'une entreprise à l'autre, tandis que le processus de diffusion à l'intérieur d'une entreprise désigne la rapidité avec laquelle l'innovation remplace des techniques désuètes.

Les études empiriques déjà publiées ont permis de confirmer globalement le rôle de plusieurs facteurs. Par exemple, bien que les paramètres à la base du processus de diffusion varient d'une industrie à l'autre, et entre les entreprises d'une même industrie, il semble que les grandes entreprises adoptent plus rapidement certaines innovations données, toutes choses égales par ailleurs. Cette tendance est d'ailleurs plus marquée que la différence à laquelle on pourrait s'attendre en regard des probabilités statistiques normales qui sont liées à la taille relative des entreprises.

Il y a également quasi-unanimité à propos des facteurs qui déterminent le mode de diffusion. Les études empiriques révèlent au moins quatre grandes caractéristiques qui sont susceptibles d'avoir une influence significative sur la vitesse d'adoption d'une innovation : 1) l'importance des avantages économiques qu'elle présente par rapport à des méthodes ou à des produits plus vétustes; 2) le degré d'incertitude associé à l'utilisation de l'innovation au moment de son lancement; 3) l'importance de l'engagement nécessaire pour mettre à l'essai l'innovation; et 4) la vitesse à laquelle peut diminuer l'incertitude première quant à la performance de l'innovation[15]. Il n'y a pas unanimité, toutefois, sur l'importance relative de ces quatre caractéristiques. L'absence de consensus est surtout attribuable à la difficulté de définir des

variables permettant de quantifier les caractéristiques en question.

Sous ce rapport, les études sur la diffusion accordent une place de choix au problème de la détermination des avantages économiques. Ordinairement, les chercheurs utilisent une mesure directe ou indirecte de la réduction des coûts ou de la hausse des revenus qui survient *après* l'adoption d'une innovation (par rapport à l'investissement requis). Par exemple, si ces avantages sont en rapport avec la taille de l'entreprise (comme ce serait le cas si la rentabilité de l'innovation était liée à un seuil critique d'utilisation), alors les ventes totales ou l'actif total de l'entreprise pourraient servir à donner une approximation des avantages éventuels de l'adoption de l'innovation. On estime que les différences relatives à cette variable auxiliaire (ou à toute autre) entre les entreprises (pour une innovation donnée), ou entre les innovations (pour un groupe donné d'entreprises), constituent un facteur déterminant des différences observées dans le mode de diffusion.

Bien entendu, l'indicateur le plus approprié dans un modèle sur la diffusion est la réduction des coûts ou la hausse des revenus mesurée *avant* l'adoption de l'innovation, cette mesure devant tenir compte de l'incertitude de l'utilisateur éventuel concernant l'importance réelle des avantages escomptés. Dans la plupart des cas, le chercheur ne peut pas définir une variable permettant de mesurer *ex ante* l'avantage économique. On suppose habituellement que, si l'adoption d'une innovation comporte certains avantages, l'utilisateur éventuel sera en mesure de les prévoir. Bien que certaines données confirment le bien-fondé de cette hypothèse[16], il n'existe pratiquement aucune information sur la façon dont se développent les attentes des utilisateurs éventuels quant à l'évolution future de la technologie. En effet, bien qu'un groupe d'entreprises puisse globalement considérer qu'il est avantageux d'adopter une innovation au moment (t), il est possible qu'elles diffèrent d'opinion sur la façon dont se concrétisera l'avantage économique net dans le temps (en d'autres termes, la valeur actuelle nette de l'adoption d'une innovation augmentera-t-elle ou diminuera-t-elle à la longue ?). La façon dont se forment les attentes concernant les progrès techniques futurs en rapport avec une innovation ont une importance évidente en regard de la détermination des paramètres du processus de diffusion.

Plusieurs chercheurs ont insisté sur le fait qu'on accorde trop peu d'attention aux améliorations qui sont apportées aux innovations et à l'influence de ces modifications sur le processus de diffusion. Ceci vaut également pour les améliorations et les modifications apportées aux produits et aux procédés utilisés de concert avec une innovation[17]. Un des objectifs de la présente étude consistera donc à voir comment les techniques de traitement électronique des données, telles qu'employées dans l'industrie des assurances, ont pu changer avec le temps. En particulier, nous chercherons à savoir si (et jusqu'à quel point) les changements survenus ont eu tendance à accroître les avantages relatifs de l'utilisation de l'informatique dans les petites et moyennes entreprises.

Comme la plupart des études disponibles portent sur les modalités d'adoption des innovations dans le secteur manufacturier, notre connaissance du processus de diffusion de la technologie dans le secteur des services demeure assez limitée. Ainsi, tandis que certaines études confirment l'existence d'un rapport positif entre la taille d'une organisation et la rapidité d'adoption, d'autres études n'ont rien trouvé de semblable. Dans le secteur financier, Peterson, Rudelius et Wood ont constaté (en étudiant trois innovations liées à l'industrie de l'assurance-vie) que les grandes entreprises adoptaient les innovations plus rapidement que les petites[18]. Par contre, McQueen et Savary ont observé que les grandes banques à charte avaient mis plus de temps que les petites sociétés de fiducie et de prêts à adopter des systèmes de traitement « en direct » pour leurs comptes d'épargne[19].

Dans une étude réalisée antérieurement pour le Conseil économique, nous avons constaté l'existence d'un lien positif entre l'adoption du traitement électronique des données et la taille d'une organisation. Plus précisément, nous avons trouvé que les grandes organisations adoptaient plus rapidement les techniques informatiques, notamment les hôpitaux, les bibliothèques, les grands magasins et les bazars. Le rapport entre la taille et les modalités d'adoption était beaucoup moins clair dans le secteur de la vente au détail et en gros des aliments[20].

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, de nombreux observateurs estiment que la fragmentation des industries de services est un facteur déterminant de la lenteur relative du changement technologique dans ce secteur. Par conséquent, des données supplémentaires sur la nature du rapport entre la taille d'une entreprise et la propension à adopter des innovations pourraient se révéler déterminantes tant au plan positif que normatif[21]. Il est également important de se demander pourquoi il existe un rapport systématique entre la taille d'une entreprise et la propension à adopter des innovations dans le secteur des services. Ce rapport est-il le reflet d'impératifs technologiques, ou de différences d'attitude chez les gestionnaires en fonction de la taille de l'entreprise, voire des deux ? La réponse à cette question peut avoir une influence déterminante

sur la nature des politiques susceptibles d'être adoptées pour favoriser le progrès technologique dans les industries de services. C'est pourquoi le rapport entre la taille d'une compagnie d'assurance et sa propension à adopter des techniques informatiques constitue un aspect important de la présente étude.

Le lien qui pourrait exister entre la performance au plan technologique et le régime de propriété (étrangère ou nationale) d'une société revêt une importance particulière dans le contexte canadien. Sur ce point, la quasi-totalité des données disponibles porte sur des industries manufacturières[22]. Comme l'industrie des assurances au Canada regroupe des entreprises appartenant tant à des intérêts étrangers que nationaux, nous serons en mesure d'analyser le rapport qu'il pourrait y avoir entre le régime de propriété des entreprises du secteur des services et leur inclination à adopter de nouvelles techniques.

Conclusion

Lorsqu'ils sont appelés à évaluer un marché donné, les analystes des politiques gouvernementales se demandent avant tout, si ce marché opère une affectation efficiente des ressources et, dans la négative, si quelque intervention précise du gouvernement pourrait améliorer le mécanisme d'affectation. Lorsque le gouvernement joue déjà un rôle important sur un marché, par exemple, le « marché » des services éducatifs, la question à élucider est de voir s'il serait possible de modifier les politiques gouvernementales en vigueur afin d'améliorer l'efficacité du processus d'affectation des ressources, sans avoir à sacrifier d'autres objectifs de l'État.

Lorsqu'il s'agit du processus de diffusion de la technologie, le gouvernement doit se demander s'il existe une quelconque imperfection du marché qui fait en sorte que le taux optimal d'adoption de la nouvelle technologie pour le secteur privé diffère du taux qui serait socialement optimal. Sans vouloir trop entrer dans des considérations techniques, nous pouvons dire que le taux optimal d'adoption pour une entreprise ou un particulier est celui qui maximise la valeur actuelle de sa richesse. Pour l'entreprise qui adopte une innovation, les gains escomptés correspondent ordinairement à une hausse des profits résultant d'une majoration des prix, d'une réduction des coûts ou d'une combinaison des deux – soit ce que l'on appelle le surplus du producteur. Pour le particulier, le gain prend ordinairement la forme d'une satisfaction accrue qui compense largement toute hausse de prix; autrement dit, il y a accroissement du surplus du consommateur. Par contre, le taux d'adoption socialement optimal peut se définir comme étant celui qui maximise la valeur actuelle du surplus de l'ensemble des consommateurs et des producteurs.

Plusieurs possibilités peuvent être envisagées. Ainsi, les utilisateurs éventuels peuvent estimer, individuellement, qu'il n'y a aucun avantage net (valeur actuelle nette positive) à adopter une innovation, bien que, collectivement, ils auraient un avantage net à retirer si une ou plusieurs entreprises adoptaient cette innovation. D'un point de vue dynamique, il peut être plus profitable pour une entreprise de retarder l'adoption d'une innovation, alors même que l'ensemble des utilisateurs éventuels seraient avantagés si cette entreprise prenait la décision d'adopter l'innovation en question. Par ailleurs, certaines entreprises peuvent estimer qu'il y aurait un avantage net à retirer de l'adoption d'une innovation au moment (t), même si, pour l'ensemble des entreprises, il serait plus avantageux de retarder le lancement de cette innovation.

La présence de facteurs externes est un des principaux éléments qui expliquent l'écart entre le taux de rendement privé et le taux de rendement collectif. La question des facteurs externes est omniprésente dans la documentation sur les activités de recherche et de développement. Plus précisément, la théorie tout autant que les travaux empiriques semblent confirmer l'hypothèse selon laquelle les retombées sociales des dépenses de recherche et de développement sont supérieures à leur rendement privé. Ce résultat serait imputable au fait que l'entreprise qui fait de la recherche et du développement n'est ordinairement pas en mesure de s'en approprier la totalité des retombées. L'écart qui existe entre les taux de rendement privé et collectif attendus permettrait de justifier l'intervention du gouvernement sous la forme de subventions à la recherche et au développement dans le secteur privé, ou encore les activités de recherche et de développement qu'il mène dans ses propres laboratoires, puisqu'il semble que le marché n'entreprendrait pas un volume socialement efficient de recherche et de développement si l'État n'agissait pas sur lui par divers moyens. On fait valoir également que le financement centralisé de la recherche et du développement permet un meilleur étalement des risques inhérents à ces activités; c'est là un avantage dont le secteur privé ne peut entièrement ou efficacement tirer parti. Par conséquent, le taux d'actualisation du secteur privé peut être plus élevé que le taux de rendement collectif, ce qui augmente la probabilité que le marché investisse insuffisamment dans la recherche et le développement[23].

La question des facteurs externes se pose également en rapport avec le processus de diffusion des innovations, bien qu'elle n'ait pas reçu beaucoup

d'attention dans la documentation pertinente. Ainsi, l'adoption « fructueuse » d'une innovation par une entreprise peut améliorer d'au moins deux façons l'avantage net que d'autres entreprises peuvent escompter retirer de l'adoption de la même innovation : 1) le fait de constater que d'autres entreprises sont parvenues à appliquer une innovation contribue à réduire l'incertitude associée à l'adoption de celle-ci; et 2) l'expérience acquise en adoptant et en utilisant une innovation (surtout au début) permet ordinairement d'y apporter des améliorations. Les premiers utilisateurs servent en quelque sorte de « cobayes » et l'expérience qu'ils ont acquise permet aux utilisateurs subséquents de retirer de plus grands avantages (ou des avantages plus certains).

Ces facteurs externes sont susceptibles d'exercer une influence dans le processus d'adoption tant parmi les grandes entreprises que parmi celles de moindre envergure. Ils risquent cependant de jouer un rôle plus important à l'étape de l'adaptation ou de la « miniaturisation » d'une innovation. D'une part, les grandes entreprises disposent souvent de sources d'information qui sont moins accessibles aux petites entreprises, par exemple, les représentants et les conseillers des fabricants. Par conséquent, l'incidence de l'utilisation préalable par d'autres entreprises sur la réduction des risques est peut-être plus prononcée dans le cas des petites et moyennes entreprises.

D'autre part, l'expérience acquise avec une innovation est plus susceptible de revêtir un caractère « unique » dans le cas des petites entreprises. Par exemple, des facteurs comme les antécédents de certains gestionnaires ou employés peuvent avoir plus d'influence dans les petites entreprises. C'est pourquoi la somme d'expérience requise pour amener une baisse sensible du risque perçu peut devoir être plus grande dans le cas d'un groupe de petites entreprises, car l'expérience acquise dans chaque cas a moins de chance d'être « caractéristique ».

Les considérations relatives aux facteurs externes surgissent également lors de l'analyse du processus d'adaptation d'une innovation, dans la mesure où la collaboration entre de petites entreprises peut favoriser l'exploitation de l'innovation par tous les utilisateurs. Par exemple, l'uniformisation des divers genres de polices permet aux petites compagnies d'assurance de recourir à des services à temps partagé, où des systèmes et des logiciels communs sont accessibles à plusieurs utilisateurs. Une entreprise qui accepte l'uniformisation peut devoir sacrifier l'avantage concurrentiel découlant d'une différenciation de ses produits, mais elle bénéficie d'une réduction de coûts en ayant accès au système partagé. La présence d'économies d'échelle externes se traduira par une diminution du coût marginal au fur et à mesure qu'augmentera le nombre d'utilisateurs. En faisant augmenter l'importance du réseau, tout nouvel utilisateur rendra moins coûteux l'accès futur au système. Mais les nouveaux utilisateurs ne prendront ordinairement pas en compte cet avantage en prenant la décision d'adopter une innovation.

En outre, il se peut que le rendement collectif de l'adoption d'une innovation soit supérieur au rendement privé si, en raison de la concurrence que se livrent les entreprises, tous les gains éventuels sont transmis aux consommateurs sous la forme d'une baisse des prix. Dans ce cas, il se peut que les innovateurs ne soient pas convenablement dédommagés pour le risque *ex ante* associé à l'adoption d'une nouvelle technique de production ou d'organisation.

Tout écart entre le taux de rendement collectif et le taux de rendement privé suppose qu'on pourrait améliorer le bien-être économique en accélérant ou en ralentissant, selon le cas, la vitesse d'adoption d'une innovation[24].

En dernière analyse, la question de savoir si l'on peut invoquer des considérations liées à des facteurs externes pour justifier l'intervention du gouvernement dans le processus de diffusion relève du domaine empirique. On peut toutefois tirer la conclusion que certains des arguments habituellement avancés à l'appui des subventions et des autres mesures destinées à favoriser les dépenses au titre de la recherche et du développement pourraient s'appliquer dans le contexte du processus d'innovation.

En outre, de nombreux programmes que le gouvernement administre dans divers secteurs ont des répercussions considérables sur le processus de diffusion, en particulier lorsqu'ils ont pour effet de modifier les prix de facteurs complémentaires à une innovation[25]. Par exemple, la réglementation touchant l'industrie des télécommunications peut influer sur le coût de la transmission des données et, partant, sur la rentabilité de l'informatisation. Les modalités des programmes de subventions dans le secteur de l'éducation ont une incidence sur le facteur peut-être le plus déterminant (jusqu'à aujourd'hui) de la diffusion de l'informatique au Canada : la disponibilité de techniciens qualifiés dans le traitement électronique des données. Dans la mesure où les efforts déployés par le gouvernement dans la poursuite des objectifs de diverses politiques entravent le processus de diffusion d'une innovation, la question de bien-être général qu'il importe d'explorer est de voir si le gouvernement devrait se retirer du marché ou modifier la nature de son intervention. Le point à retenir

est que la détermination des principaux facteurs qui agissent sur le processus de diffusion de l'informatique pourrait nous amener à nous interroger sur l'opportunité d'accroître ou de réduire l'intervention gouvernementale dans certains secteurs de l'économie.

2 Les débuts de l'informatique dans l'industrie des assurances au Canada

Le contexte général

La première utilisation connue d'un ordinateur dans l'industrie canadienne des assurances remonte à 1956, lorsque Manuvie a mis en opération un système informatique[1]. L'ordinateur a donc fait son entrée plus tôt dans l'industrie des assurances que dans deux industries de services du secteur public : les bibliothèques universitaires et les hôpitaux. L'introduction des premiers systèmes informatiques dans les bibliothèques est survenue au milieu des années 60, soit quelques années après qu'on ait commencé à les utiliser dans les hôpitaux[2]. L'automatisation des établissements bancaires s'est aussi amorcée au début des années 60[3]. Par ailleurs, des ordinateurs ont été utilisés par des détaillants et des grossistes en alimentation dès 1956 pour exécuter des fonctions comptables dans les sièges sociaux[4]. Ainsi, les ordinateurs ont été introduits dans l'industrie canadienne des assurances à peu près au même moment que dans le commerce de gros et de détail, mais avant qu'ils ne fassent leur apparition dans les banques et les autres institutions de dépôt ainsi que dans les services publics.

Au début des années 60, 11 ordinateurs étaient en opération dans 7 compagnies d'assurance au Canada[5]. Les compagnies d'assurance qui avaient adopté l'ordinateur ne comptaient donc que pour 1,5 % du nombre total de sociétés dans cette industrie. Un relevé subséquent montre que 25 compagnies d'assurance étaient informatisées en 1962, avec un total de 36 ordinateurs en opération dans l'industrie[6]. La proportion des compagnies informatisées était donc montée à environ 5 % vers le milieu de 1962.

À titre de comparaison, 19 compagnies d'assurance utilisaient des ordinateurs dans une application ou plus aux États-Unis en décembre 1956; sept ans plus tard, soit en 1963, 80 ordinateurs étaient en usage dans 300 compagnies d'assurance[7]. À la fin de 1962, donc, un peu plus de 5 % de l'ensemble des compagnies d'assurance utilisaient des ordinateurs aux États-Unis. Les données américaines indiquent que, malgré l'avance initiale des compagnies américaines dans l'utilisation de l'informatique, le nombre relatif d'entreprises informatisées était à peu près identique dans les deux pays au début des années 60. Il semble toutefois que les niveaux d'utilisation aient été différents. Ainsi, en 1963, le nombre moyen d'ordinateurs par assureur automatisé était d'environ 2,7 aux États-Unis comparativement à 1,4 au Canada.

D'après le recensement de 1969 sur les ordinateurs, publié par l'Association canadienne d'informatique, 58 compagnies d'assurance disposaient de 79 unités centrales au 1er mai 1969[8]. De ce nombre, 35 étaient des compagnies d'assurance-vie, tandis que les 23 autres vendaient de l'assurance générale avec ou sans assurance-vie. Ce relevé indique donc qu'environ 12 % de l'ensemble des compagnies privées d'assurance étaient automatisées à la fin d'avril 1969[9]. En d'autres termes, 13 ans après l'introduction de l'informatique dans l'industrie des assurances au Canada, environ 88 % de l'ensemble des compagnies n'avaient pas encore automatisé au moins une de leurs activités. En comparaison, environ 30 % des grands magasins avaient déjà appliqué l'informatique à au moins une fonction en 1968, bien que l'ordinateur ait fait son entrée à peu près à la même date dans l'un et l'autre secteur. Dans les hôpitaux, l'informatique a été adoptée un peu plus tard que dans les compagnies d'assurance, mais la diffusion de cette nouvelle technique parmi les établissements hospitaliers s'est également faite plus rapidement puisque environ 20 % des hôpitaux canadiens étaient informatisés 13 ans après la première utilisation. On peut donc en conclure que, même si certains assureurs canadiens ont adopté l'ordinateur assez rapidement, la majorité des compagnies sont restées sans système informatisé pendant une longue période de temps.

Comparaisons entre certaines industries

Les relevés effectués sur l'adoption de l'informatique au Canada tendent à confirmer l'hypothèse selon laquelle, au début, l'informatisation a progressé assez rapidement dans l'industrie des assurances par rapport à d'autres industries du secteur des services. Ainsi, alors que le secteur du commerce de gros et de détail fournissait environ 17 % de l'emploi total au Canada en 1961, on n'y retrouvait qu'environ 1 % de tous les ordinateurs (voir tableau 2-1). Par contre, les compagnies d'assurance comptaient pour environ 12,5 % de tous les ordinateurs exploités au Canada à la fin de 1959. Bien que nous ne disposions pas de données précises sur l'emploi dans l'industrie des assurances à cette époque, il est à noter que le secteur des finances, des assurances et des affaires immobilières n'intervenait, en 1961, que pour 4 % de l'emploi total au pays. Le pourcentage des ordinateurs utilisés était supérieur au pourcentage de l'emploi total dans les secteurs des services communautaires et de l'administration publique tandis que la situation contraire prévalait dans les secteurs des transports et des communications. Les chiffres indiquent que c'est dans l'industrie des assurances que le taux d'informatisation – soit le nombre d'ordinateurs utilisés dans l'industrie par rapport à l'ensemble des ordinateurs exploités au Canada – aurait été le plus élevé par rapport à l'emploi relatif en 1960. Signalons en outre que les compagnies d'assurance utilisaient un tiers des gros ordinateurs en opération au Canada en 1960, ce qui représente une proportion très élevée en regard de l'emploi relatif imputable à ce secteur[10].

Le tableau 2-2 donne un aperçu de l'utilisation des ordinateurs au 1er juillet 1962, par secteur industriel et selon la taille de l'ordinateur. Une ventilation plus détaillée du secteur des finances et des assurances est fournie afin de permettre la comparaison entre les compagnies d'assurance et certaines autres institutions financières. Au 1er juillet 1962, les compagnies d'assurance comptaient pour 36 des 303 ordinateurs en usage au Canada. Ces dernières possédaient 8 des 23 gros ordinateurs en opération à l'époque. Le tableau laisse voir que, dans le secteur des finances, des assurances et des affaires immobilières, les compagnies d'assurance-vie ont été à l'avant-garde de l'automatisation au cours des cinq à sept premières années qui ont suivi l'avènement de l'informatique. Le nombre relatif d'ordinateurs appartenant à des compagnies d'assurance dépassait considérablement leur importance relative au sein du secteur financier, tandis que l'on observait le contraire pour les banques ainsi que pour les sociétés de prêts, de financement et de fiducie. Nous examinerons, dans une section subséquente, certaines des raisons qui pourraient expliquer le rôle de chef de file joué par les compagnies d'assurance dans l'adoption des techniques informatiques.

Tableau 2-1

Répartition des ordinateurs selon l'industrie et la taille des ordinateurs, Canada, au 1er janvier 1960

	Nombre					
			Ordinateurs			
	Entreprises	Établissements	Gros	Moyens	Petits	Total
Industries						
Fabrication	21	26	1	26	3	30
Services communautaires et commerciaux	24	26	2	14	10	26
Administration publique et défense	11	13	1	7	5	13
Finances, assurances et affaires immobilières	7	7	3	7	1	11
Sociétés de prêts	1	1		1		1
Transports	4	4	1	3	1	5
Services d'utilité publique	2	2	1	1	-	2
Commerce	1	1	-	1	-	1
Total	71	80	9	60	20	89

SOURCE Ministère du Travail, *L'ordination électronique au Canada*, Ottawa, Imprimeur de la Reine, décembre 1960, p. 8.

Tableau 2-2

Répartition des ordinateurs selon l'industrie et la taille des ordinateurs, Canada, au 1er janvier 1962

	Nombre					
			Ordinateurs			
	Entreprises	Établissements	Gros	Moyens	Petits	Total
Industries						
Fabrication	61	81	2	85	11	98
Services communautaires et commerciaux	39	53	5	47	15	67
Administration publique et défense	18	32	5	26	10	41
Finances, assurances et affaires immobilières						
Banques	1	1	–	1	–	1
Sociétés de prêts et de financement	2	2	–	1	1	2
Sociétés de fiducie	1	1	–	1	–	1
Sociétés de placement	4	4	–	4	–	4
Compagnies d'assurance-vie	18	18	8	19	1	28
Compagnies d'assurance-hospitalisation et d'assurance des soins médicaux	4	4	–	5	–	5
Autres compagnies d'assurance	3	3	–	3	–	3
Divers	1	1	–	1	–	1
Transports, communications et services d'utilité publique	12	19	3	24	2	29
Commerce	18	18	–	19	1	20
Mines	2	2	–	3	–	3
Total	184	239	23	239	41	303

SOURCE Ministère du Travail, *L'ordination électronique au Canada*, Ottawa, Imprimeur de la Reine, décembre 1962, pp. 11-13.

Les premières applications de l'informatique

Le tableau 2-3 permet de faire la distinction entre les applications commerciales et scientifiques des ordinateurs, selon les principaux secteurs industriels, au 1er janvier 1960. Le dynamisme des compagnies d'assurance au début de l'utilisation de l'informatique ressort à nouveau des données présentées dans ce tableau; ainsi, les compagnies de prêts et d'assurance comptaient pour un peu plus de 16 % de l'ensemble des ordinateurs utilisés, alors qu'à la même époque elles ne représentaient qu'environ 4 % de l'emploi total[11]. En outre, le taux d'utilisation des ordinateurs (correspondant au ratio 730/4519) était plus élevé que le taux d'informatisation (environ 15 %) dans ce secteur. Cette situation ne se répète que dans un seul autre secteur, celui de l'administration publique. Donc, non seulement les compagnies d'assurance ont-elles adopté l'informatique à un rythme plus élevé que la moyenne (par rapport à leur part de l'emploi total), mais elles semblent également avoir utilisé l'ordinateur de manière plus intensive que dans d'autres secteurs informatisés.

Tableau 2-3

L'utilisation des ordinateurs dans les principaux secteurs industriels, Canada, au 1er janvier 1960

Heures par semaine

	Applications commerciales	Applications scientifiques	Total
Secteurs			
Fabrication	924	518	1 442
Services communautaires et commerciaux	103	845	948
Finances, assurances et affaires immobilières	705	25	730
Administration publique et défense	112	593	705
Transports	260	134	394
Services d'utilité publique	173	82	255
Commerce	45	–	45
Total	2 322	2 197	4 519

SOURCE Ministère du Travail, *L'ordination électronique au Canada*, Ottawa, Imprimeur de la Reine, décembre 1960, p. 17.

Le tableau 2-3 montre qu'en 1959, un peu plus de la moitié (51,4 %) de tous les ordinateurs étaient affectés à des applications commerciales, tandis que dans le secteur des finances et des assurances, ils étaient presque uniquement employés à des fins commerciales. Seul le secteur du commerce était axé dans une proportion aussi forte sur les applications commerciales de l'informatique. En juillet 1962, près des trois quarts du temps d'utilisation consacré aux activités propres des propriétaires et des exploitants d'ordinateurs servaient à des applications commerciales, l'autre quart servant à des calculs scientifiques et techniques[12]. Donc, alors que l'informatique a d'abord été employée à des fins scientifiques au Canada, les applications commerciales ont vite pris le dessus. Cette tendance s'explique en partie par l'utilisation plus généralisée des ordinateurs dans les organisations non gouvernementales et, également, par l'évolution des applications de l'informatique au sein des organisations.

La ventilation des applications commerciales dans les principaux secteurs industriels en 1960 montre qu'environ 46 % de l'ensemble des applications de l'informatique étaient axées sur des fonctions comptables telles que les comptes à recevoir, les comptes à payer, la facturation de la clientèle et la paye. Dans le cas des compagnies de prêts et d'assurance, le pourcentage atteignait environ 49 %. Cette observation vient corroborer ce que nous affirmions au premier chapitre, à savoir que les compagnies d'assurance semblent avoir suivi la tendance générale au stade des premières utilisations de l'informatique en affectant d'abord leurs ordinateurs à des fonctions comptables élémentaires.

Dès 1965, les compagnies d'assurance-vie avaient élargi le champ d'application de leurs ordinateurs au versement des commissions de leurs agents, à la tenue de livres, ainsi qu'à certaines fonctions touchant le contrôle administratif et l'élaboration de nouvelles polices. En plus de certaines fonctions comptables de base, les compagnies d'assurance de biens se servaient des ordinateurs pour effectuer divers calculs en rapport avec les réserves et les primes, tenir des dossiers sur le travail des agents, comptabiliser les commissions, facturer les primes, préparer des comptes rendus à l'intention des bureaux de tarification, traiter les réclamations et émettre des polices. En dépit de l'évolution des applications de l'informatique, certains observateurs signalaient qu'aux États-Unis, les principales compagnies d'assurance n'avaient, encore en 1965, fait appel qu'à quelques applications possibles, en regard du grand nombre de tâches susceptibles d'être informatisées. En outre, l'intégration de fonctions informatisées distinctes dans un « système global » a procédé lentement au début, bien qu'elle ait déjà été plus poussée aux États-Unis qu'au Canada en 1965[13].

Il est intéressant de noter que les compagnies américaines qui avaient procédé à l'installation de systèmes d'ordinateurs avant 1958 ont d'abord mis du temps à automatiser diverses fonctions. Ainsi, le nombre minimum de fonctions informatisées au cours des deux premières années est passé de trois, pour les ordinateurs achetés en 1955, à plus de sept pour les ordinateurs installés après 1960[14]. Il s'agit là d'un profil d'évolution assez typique que l'on observe dans d'autres industries et pour différentes innovations. Il traduit essentiellement le fait qu'avec l'expérience acquise, les utilisateurs subséquents d'une innovation considèrent plus rentable de l'appliquer à un plus grand nombre de fonctions. En effet, l'expérience accumulée par les premiers utilisateurs d'une innovation contribue à accélérer sa diffusion à l'intérieur de l'entreprise au cours des stades ultérieurs du processus d'adoption.

Au milieu des années 60, deux développements techniques importants ont été mis en application dans l'industrie des assurances. Le premier consistait à utiliser des lecteurs optiques qui permettaient de « décoder » les données inscrites sur les documents d'origine (spécialement conçus à cette fin) en vue de préparer automatiquement des cartes perforées ou des bandes magnétiques. Cette innovation éliminait la tâche fastidieuse de la transcription manuelle des données. Au milieu de 1963, quelques compagnies d'assurance aux États-Unis avaient déjà adopté la technique des lecteurs optiques[15].

Un autre développement important survenu au milieu des années 60 a été l'introduction des premiers réseaux informatisés. Ces systèmes faisaient appel aux techniques de transmission des données pour acheminer des demandes de renseignements sur les polices, des demandes de paiement pour des réclamations entre les filiales et le siège social, ainsi que des renseignements sur l'encaissement des primes dans le but de mettre à jour les dossiers situés au siège social. Les systèmes informatiques en temps réel ont marqué un autre progrès sur les télétypes employés jusque là par les bureaux régionaux pour transmettre les renseignements à un ordinateur central, lequel faisait le traitement des données en vue de la préparation d'une police d'assurance qui était expédiée ensuite à la filiale par courrier. Les systèmes en temps réel ont permis notamment aux assureurs de répondre sans délai aux demandes de renseignements provenant de leur réseau de succursales.

La compagnie d'assurances Continental Casualty des États-Unis a réussi une véritable percée en

introduisant un système en temps réel en 1965[16]. Au Canada, les compagnies Crown Life (en 1973) et Manuvie (en 1974) ont été les premières à mettre en opération des systèmes en temps réel permettant de relier au siège social les diverses succursales implantées à travers le pays. Ainsi, l'adoption de ces perfectionnements de la technologie de l'informatique est survenue après leur première utilisation aux États-Unis.

Les premiers utilisateurs de l'informatique

Les compagnies d'assurance-vie sont celles qui, au début, ont consacré le plus d'efforts à l'automatisation de leurs opérations. Cette constatation ressort des chiffres que nous avons présentés plus tôt : au 1er mai 1969, environ 28 % des compagnies d'assurance-vie enregistrées auprès du gouvernement fédéral étaient automatisées, contre 6,5 % seulement dans le sous-secteur de l'assurance générale. Les opérations des compagnies d'assurance se prêtaient bien à l'application des techniques informatiques. Les sièges sociaux des compagnies d'assurance employaient un personnel nombreux pour effectuer des tâches routinières, une situation qui offrait la possibilité d'introduire des méthodes de traitement des données par lots. La nécessité de compiler des tables actuarielles – une autre tâche monotone se prêtant d'emblée à l'application de l'informatique – constituait un autre facteur favorable d'envergure à l'adoption de l'informatique dans l'industrie des assurances.

Bien que les possibilités d'informatisation aient été présentes dans toutes les compagnies d'assurance, ce sont les compagnies d'assurance-vie qui étaient les mieux placées pour tirer profit de l'adoption de l'informatique. Dans le sous-secteur de l'assurance-accidents, les tâches à accomplir sont semblables à celles que l'on retrouve dans l'assurance-vie : calcul des primes, des dividendes et de la commission des agents, comptabilité de la paye, répartition et analyse des coûts, analyse actuarielle, renouvellements et annulations de polices, et analyse du marché et du volume des ventes. Toutefois, les polices offertes et les conditions applicables sont généralement moins variées dans le domaine de l'assurance-vie; le sous-secteur de l'assurance-accidents se prêtait donc moins bien aux applications de l'informatique. D'une part, le logiciel nécessaire au contrôle des applications informatiques était plus complexe dans le cas de l'assurance-accidents. D'autre part, le traitement associé à une fonction informatique donnée était de plus courte durée parce que chaque lot de données à manipuler nécessitait une plus grande variété d'opérations distinctes[17]. Le premier facteur avait pour effet d'accroître les coûts de l'application de l'informatique dans l'assurance-accidents, tandis que le second facteur contribuait à réduire les avantages prévus de l'adoption de ces techniques.

Contrairement aux opérations manuelles ou à la technique des cartes perforées, l'informatique semble avoir donné lieu à ses débuts à d'importantes économies d'échelle. Plus précisément, en raison de l'importance des coûts fixes attribuables à la programmation et à l'entretien des systèmes, il était prévisible que les coûts unitaires diminuent en fonction du nombre de transactions effectuées. L'ordinateur permettait également de réaliser des économies substantielles en procédant à l'intégration des dossiers[18]. Il n'est donc pas étonnant que les premières compagnies d'assurance à se doter d'ordinateurs aient été les plus importantes, y compris (aux États-Unis) Metropolitan Life, Equitable Life, John Hancock, la Prudentielle, Travelers et la compagnie d'assurance Allstate. Au Canada, les premiers utilisateurs de l'informatique comprenaient, entre autres, Manuvie, Confederation Life et London Life.

Une approximation statistique du rapport entre la taille d'une entreprise et la rapidité avec laquelle celle-ci a adopté l'informatique nous est fournie par une comparaison de la taille moyenne des compagnies d'assurance-vie qui étaient automatisées et de celles qui ne l'étaient pas au 1er mai 1969[19]. Cette année-là, la valeur moyenne des assurances en vigueur dans les compagnies d'assurance-vie automatisées s'élevait à 34,63 milliards de dollars, tandis qu'elle n'était que de 3,98 milliards de dollars dans les compagnies d'assurance-vie non informatisées. Ainsi, 13 ans après l'introduction des ordinateurs dans l'industrie canadienne des assurances, la taille des compagnies d'assurance-vie informatisées était, en moyenne, neuf fois plus grande que celle des compagnies non automatisées.

Lorsqu'on examine la répartition des entreprises selon la taille dans l'un et l'autre groupes, on constate toutefois que la taille ne constitue pas le seul facteur déterminant de la rapidité d'adoption de l'informatique, malgré son importance à cet égard. Près de la moitié des entreprises non automatisées avaient une plus grande taille que la plus petite compagnie informatisée; on peut donc supposer que la taille ne constituait pas, par elle-même, une entrave à l'adoption de l'ordinateur.

Afin d'évaluer avec plus d'exactitude l'influence de la taille sur la rapidité d'adoption, nous avons construit un modèle de régression. La variable dépendante (A_i) est une variable discontinue prenant la valeur un si la compagnie était automatisée au 1er mai 1969 et la valeur de zéro dans le cas contraire. La variable indépendante (S_i) représente la valeur, en

dizaines de millions de dollars, des primes en vigueur en 1969. Deux autres variables indépendantes servent à préciser le régime de propriété de l'entreprise. Les études antérieures sur le processus d'adoption des innovations n'ont pas permis de déterminer avec certitude si les entreprises opérant au Canada mais appartenant à des étrangers adoptent une nouvelle technologie plus tôt que les entreprises de propriété canadienne. Ainsi, bien qu'on ait constaté que les entreprises sous contrôle étranger dans l'industrie du papier avaient adopté certaines presses spéciales plus tôt que les entreprises appartenant à des Canadiens, aucune différence n'a été observée en ce qui a trait à la vitesse d'adoption des machines-outils à contrôle numérique[20]. Dans plusieurs études, on supposait simplement que les entreprises appartenant à des étrangers adoptaient les nouvelles techniques aussi rapidement ou aussi lentement que les entreprises canadiennes. Nous ne faisons pas ce genre d'hypothèse dans la présente étude. Nous utilisons plutôt deux variables discontinues : US_i prend la valeur un si, en 1969, l'entreprise « *i* » appartenait à des Américains et la valeur zéro dans le cas contraire; la variable FOR_i prend la valeur un si l'entreprise n'appartenait pas à des Canadiens ou à des Américains et la valeur zéro dans le cas contraire.

Deux autres variables indépendantes ont été employées dans l'équation de base. Étant donné qu'un petit nombre de compagnies d'assurance-vie comprises dans notre échantillon vendaient également de l'assurance de biens et de l'assurance-responsabilité, nous avons ajouté le ratio des primes d'assurance-vie à l'ensemble des primes d'assurance en 1969 (R_i) afin de neutraliser l'effet (probablement) défavorable d'avoir à offrir plusieurs types de polices – une situation caractéristique du sous-secteur des assurances générales. Comme nous l'avons fait remarquer à la section précédente, certains ont fait valoir que l'hétérogénéité des polices d'assurance de biens et d'assurance-responsabilité rendait moins intéressantes les applications de l'informatique dans l'industrie des assurances générales. Donc, toutes autres choses égales par ailleurs, plus R_i sera faible, plus les avantages escomptés de l'adoption de l'informatique seront limités.

Comme dernière variable indépendante, nous avons utilisé une mesure auxiliaire de la croissance prévue après 1969. Cette variable (G_i) correspond au ratio moyen, pour les années 1968 et 1969, des primes des nouvelles polices d'assurance à l'ensemble de l'assurance-vie en vigueur. Le numérateur équivaut à l'ensemble des primes d'assurance perçues moins l'ensemble des réclamations effectuées. La variable G_i a été énoncée de cette façon parce que le ratio des revenus nets à l'ensemble de l'assurance en vigueur constitue un bon indicateur de la croissance récente d'un assureur, et que celle-ci fournit un bon indice de la croissance future. Les compagnies qui prévoient enregistrer une croissance plus rapide peuvent, toutes choses égales par ailleurs, justifier plus facilement un effort d'automatisation, car celle-ci permet d'augmenter le volume de production sans hausse correspondante de l'effectif et des postes de frais généraux.

Notre échantillon est tiré d'une liste de compagnies d'assurance identifiées, dans la revue *Canadian Insurance*, comme vendant de l'assurance-vie en 1969. Le nombre de compagnies ainsi identifiées totalisait 123. En comparant les polices d'assurance émises par ces compagnies à l'ensemble des polices émises au Canada, nous avons pu nous rendre compte que la liste couvrait essentiellement la totalité de la population des compagnies d'assurance-vie au Canada. Nous avons réussi à obtenir des données complètes pour 104 de ces compagnies. Dix-neuf petits assureurs ont donc été exclus de notre échantillon.

Toutes les données proviennent de sources publiques. Nous avons considéré qu'une compagnie était automatisée si elle figurait sur la liste des compagnies ayant déclaré avoir fait installer du matériel informatique, tel que rapporté dans le numéro de septembre 1969 de la revue *Canadian Insurance*. Les données sur la taille des compagnies et les données servant à spécifier la variable G_i ont été tirées du numéro d'avril 1970 de la même revue. Les données sur la propriété des compagnies d'assurance proviennent des rapports publiés par le Surintendant des assurances. Pour ce qui est des polices d'assurance autres que l'assurance-vie, les données employées sont celles parues dans la *Property and Liability Review* de Best.

Puisque cette liste excluait les compagnies louant des installations informatiques, par exemple en ayant recours à des centres de traitement à façon, nous avons tenté de déterminer si les compagnies de l'échantillon identifiées comme n'étant pas propriétaires d'une unité centrale d'ordinateur se servaient de matériel de traitement informatique installé à l'extérieur de leurs locaux. Cette vérification fut effectuée à partir d'une liste des compagnies d'assurance-vie qui utilisaient, en juin 1974, un ordinateur installé dans leurs locaux ou à l'extérieur[21]. Nous avons supposé que les compagnies qui ne figuraient pas sur cette liste n'étaient pas automatisées en 1969[22]. Nous avons communiqué avec la seule compagnie identifiée comme utilisant un ordinateur installé à l'extérieur de ses locaux en juin 1974 mais qui ne figurait pas sur la liste de 1969 pour déterminer quand elle avait

commencé à louer les services d'un centre de traitement à façon. Cette démarche n'a entraîné aucun changement de la liste initiale des compagnies automatisées[23]. En d'autres termes, on peut considérer que ceux qui utilisaient un ordinateur en étaient propriétaires dans notre échantillon de 1969.

La première équation d'estimation (équation 1) peut s'exprimer comme suit :

$$1 \quad A_i = (S_i, US_i, FOR_i, R_i, G_i),$$

où les variables sont définies tel que nous l'avons précisé précédemment. Les résultats de l'estimation des moindres carrés ordinaires figurent à l'équation 1(*a*)[24].

$$1(a) \quad A_i = \underset{(2.27)}{0.32005} + \underset{(3.55)}{0.00003S_i} - \underset{(-2.82)}{0.28361US_i} - \underset{(-1.82)}{0.23174FOR_i} + \underset{(1.14)}{0.15724R_i} - \underset{(-1.18)}{0.33169G_i}$$

$$\bar{R}^2 = 0.249 \quad F = 6.50$$

L'équation 1(*a*) peut être considérée comme une fonction de probabilité linéaire, les estimations de chaque paramètre représentant des probabilités marginales. En d'autres termes, chaque coefficient représente l'augmentation (ou la diminution) marginale de la probabilité qu'un assureur soit automatisé (le 1er mai 1969), associée à un changement d'une unité de la variable qui lui correspond. Les résultats d'un test *t* bilatéral indiquent que les variables S_i et US_i sont significatives au niveau de 0,05. La variable FOR_i est significative au niveau de 0,10. Toutefois, un test de différence des moyennes ne nous permet pas de rejeter la possibilité que les coefficients des variables *US* et *FOR* soient égaux.

L'emploi de la méthode d'estimation des moindres carrés ordinaires dans le cas d'une variable dépendante binomiale, comme dans l'estimation de l'équation 1(*a*), soulève certains problèmes statistiques. Tout d'abord, il se peut que les valeurs prévues de la variable dépendante se situent à l'extérieur de l'intervalle zéro-un, qui correspond à l'intervalle des valeurs véritables que peut prendre cette variable. Également, les résidus statistiques pourraient présenter un problème d'hétéroscédasticité. Dans un tel cas, on peut tenter d'appliquer une technique d'approximation, des moindres carrés généralisés[25]. Cette estimation approximative convient particulièrement lorsque la variance de la variable dépendante se situe entre 0,2 et 0,8[26].

Une autre façon de procéder consiste à estimer la relation au moyen des techniques du maximum de vraisemblance, comme nous allons le faire ici. Plus précisément, nous avons estimé l'équation 1(*a*) en ayant recours à l'analyse en échelle logit et en nous servant d'une variable additionnelle dans l'équation d'estimation. La variable (T_i) prend ainsi la valeur un si le siège social de l'entreprise est situé à Toronto et la valeur zéro dans le cas contraire. Cette variable a été ajoutée pour tenir compte de la possibilité que des différences géographiques influent sur la vitesse de diffusion de l'informatique.

Les résultats de cette estimation sont donnés à l'équation 1(*b*)[27].

$$1(b) \quad A_i = \underset{(0.212)}{0.2471} + \underset{(1.99)}{0.0003S_i} - \underset{(-2.77)}{1.087US_i} - \underset{(-1.52)}{0.6482FOR_i} + \underset{(1.15)}{0.9360R_i} - \underset{(-1.37)}{2.532G_i} + \underset{(1.18)}{0.3682T_i}$$

$$\frac{LN\ LKLHD}{53.41}.$$

Les résultats obtenus avec la méthode du maximum de vraisemblance correspondent assez bien aux résultats produits par la méthode des moindres carrés ordinaires. Les variables S_i et US_i sont significatives au niveau de 0,05, tandis que la variable FOR_i n'est significative qu'au niveau de 0,175[28].

Les coefficients positifs des variables S_i et R_i sont conformes à nos attentes et aux résultats des études antérieures, qui sont également arrivées à la conclusion que les plus grandes entreprises et les entreprises plus spécialisées adoptent plus rapidement la nouvelle technologie, surtout au Canada. Le coefficient positif de la variable T_i laisse entrevoir la possibilité que les assureurs ayant leur siège social à Toronto adoptent plus rapidement l'informatique que les autres assureurs; toutefois, le coefficient n'est pas statistiquement significatif à des niveaux acceptables.

À première vue, les coefficients négatifs des variables *US* et *FOR* étonnent; en effet, les études antérieures avaient montré que les filiales canadiennes d'entreprises étrangères ne mettent ordinairement pas plus de temps et parfois moins de temps à adopter la nouvelle technologie que les entreprises canadiennes. La situation en apparence contradictoire dans le secteur des assurances est peut-être due au fait que les filiales étrangères ont, aux premiers stades du processus de diffusion, centralisé leurs services informatiques au siège social de la société-mère. Elles n'auraient par conséquent pas

déclaré qu'elles possédaient ici-même des installations informatiques, bien que le traitement de leurs comptes ait quand même pu être automatisé.

Malheureusement, il a été impossible de déterminer quelles filiales comprises dans notre échantillon avaient, au niveau du siège social, des services informatiques et celles qui n'en avaient pas. Les données disponibles mènent donc à la conclusion que les compagnies d'assurance appartenant à des Canadiens ont mis moins de temps à adopter l'ordinateur que leurs concurrentes étrangères faisant affaire au Canada, bien qu'il ne soit pas évident qu'elles aient mis moins de temps à tirer profit des avantages de l'automatisation, puisque les filiales de compagnies étrangères ont peut-être été en mesure de recourir aux services informatiques de leur siège social. Néanmoins, cette constatation peut être importante au plan des politiques, puisqu'on fait souvent valoir que l'une des retombées avantageuses des étrangers directs au Canada est l'introduction plus rapide de la nouvelle technologie. Lorsque les filiales étrangères n'utilisent pas la nouvelle technologie au pays, l'effet de « démonstration » associé à une utilisation fructueuse de la technique en cause peut se révéler assez limité. En d'autres termes, il se peut que les entreprises canadiennes ne soient pas autant sensibilisées aux avantages possibles d'une technologie nouvelle si les filiales étrangères ne l'utilisent pas directement au Canada.

Finalement, le coefficient non significatif (aux niveaux habituels) de la variable G_i vient confirmer les résultats des recherches antérieures sur la diffusion, qui semblent mener à la conclusion que le cycle économique n'exerce pas une influence déterminante sur le processus de diffusion. En d'autres termes, l'introduction de la nouvelle technologie n'a pas tendance à être concentrée au cours des périodes de prospérité ou de crise[29]. Notre conclusion à propos de la variable G_i doit cependant être nuancée; il s'agit, en effet, d'une mesure à court terme de la performance des entreprises de l'échantillon et le ratio asymptotique t est significatif au niveau de 0,20.

Dans les équations 1(*a*) et 1(*b*), la variable S_i est continue, ce qui revient à supposer que le rapport linéaire estimé entre la taille et la probabilité d'adoption est constant dans notre échantillon de compagnies. Il est également possible de supposer que le rapport est discontinu en ce sens qu'il existerait une taille critique en-dessous de laquelle il ne serait pas rentable de s'automatiser[30].

Nous avons étudié une version de cette hypothèse en considérant S_i comme une variable dichotomique, qui prend la valeur un pour les 26 entreprises dont l'ensemble des assurances en vigueur était supérieur à 30 milliards de dollars en 1969 et zéro pour les 78 entreprises dont l'actif assuré était inférieur à ce chiffre. La ligne de démarcation correspond à la taille moyenne des entreprises qui utilisaient l'informatique, comme nous l'avons déjà signalé. Nous tenterons donc de déterminer de cette façon s'il serait préférable d'utiliser une relation discontinue ou continue dans notre modèle.

Les résultats de l'estimation en échelle logit de l'équation 1(*b*), où la variable S_i a été reformulée, sont présentés dans l'équation 1(*c*).

$$1\,(c)\quad A_i = \underset{}{-0.8371} + \underset{(2.33)}{1.188S_i} - \underset{(-3.13)}{1.204US_i} - \underset{(-1.86)}{0.8133FOR_i} + \underset{(1.51)}{1.327R_i} - \underset{(-1.53)}{2.785G_i} + \underset{(1.36)}{0.4147T_i}$$

$$\underline{LN\ LKLHD}$$

$$54.32$$

En fait, l'énoncé discontinu de la variable exprimant le rapport entre la taille et l'adoption amène une amélioration d'ajustement statistique de chaque variable explicative et de l'équation dans son ensemble. En particulier, la forme discontinue augmente tant le niveau que le degré de signification du coefficient S_i.

Afin d'obtenir des données supplémentaires destinées à évaluer la pertinence de l'hypothèse d'un « seuil », la relation continue employée dans l'équation 1(*b*) a été estimée pour les 26 entreprises dont l'ensemble des assurances en vigueur était supérieur à 30 milliards de dollars en 1979; autrement dit, la variable S_i énoncée sous une forme continue a été estimée, en recourant à l'analyse en échelle logit, pour le sous-échantillon regroupant ces 26 entreprises. Les résultats (non publiés) que nous avons obtenus indiquent que le coefficient S_i était statistiquement non significatif; cela confirme donc l'hypothèse qu'au-dessus du seuil de 30 milliards de dollars, toute augmentation additionnelle de la taille de l'entreprise n'exerce aucune influence sur le processus d'adoption.

Le seuil de partage de 30 milliards de dollars est quelque peu arbitraire, et des calculs supplémentaires pourraient permettre de déterminer un niveau moins élevé et plus robuste sur le plan statistique. L'obeservation qui suit permet de penser qu'un seuil minimal pourrait exister pour les entreprises de taille moins importante (celles dont l'actif est inférieur à 30 milliards de dollars). Parmi les 41 compagnies d'assurance-vie de notre échantillon dont la valeur

des polices en vigueur était inférieure à 2 milliards de dollars en 1969, seulement 5 d'entre elles utilisaient des ordinateurs. Par ailleurs, parmi les 17 compagnies dont la valeur des primes en vigueur se situait entre 2 et 5 milliards de dollars en 1969, 8 étaient automatisées. Puisque les grandes compagnies avaient tendance à être moins spécialisées que les petites compagnies et autant susceptibles d'appartenir à des étrangers, il semble plausible d'attribuer la différence observée à l'existence d'un seuil minimal d'environ 2 milliards de dollars. Quel que soit le seuil exact, les données semblent corroborer l'idée qu'au début, l'utilisation de l'informatique dans l'industrie des assurances (comme ailleurs) se caractérisait par d'importantes indivisibilités qui rendaient non rentable l'adoption de cette technologie par les entreprises de petite taille.

Résultats d'une enquête

La nature du rapport entre la taille de l'entreprise et les avantages éventuels de l'adoption de l'informatique ressort également des résultats d'une enquête, menée en 1978, sur les services d'informatique des compagnies d'assurance aux États-Unis. Cette enquête a porté sur 221 compagnies d'assurance-vie et 156 compagnies d'assurance de biens et d'assurance-responsabilité, qui ont fourni un compte rendu sur leurs services d'informatique tels qu'ils existaient le 31 décembre 1977[31]. Les coûts d'informatique en pourcentage des primes touchées, tels que déclarés par ces compagnies, sont présentés au tableau 2-4, selon une ventilation établie en fonction de la taille. Signalons qu'un ratio décroissant des coûts de l'informatique aux primes touchées ne signifie pas forcément que cette technologie permet de réaliser des économies d'échelle, car cela pourrait tout autant signifier que les grandes entreprises investissent relativement moins dans l'informatique. Toutefois, les résultats que nous avons présentés auparavant montrent que les grandes compagnies ont été les premières à utiliser l'informatique. Il semble donc raisonnable de penser que, si en pourcentage des primes touchées les coûts de l'informatique diminuent lorsque la taille de l'entreprise augmente, c'est avant tout parce que l'adoption de l'informatique est caractérisée par des économies d'échelle.

Le tableau 2-4 montre qu'en pourcentage des primes touchées, les coûts totaux des services d'informatique diminuent en fonction inverse de la taille de l'entreprise dans le cas des compagnies d'assurance-vie dont les revenus au titre des primes ne dépassent pas 500 millions de dollars. Ces coûts augmentent par la suite pour les entreprises de plus grande taille; cela pourrait donc indiquer que, pour

Tableau 2-4

Coût total de l'informatique en pourcentage des primes touchées, au 31 décembre 1977

Valeur des primes touchées (en millions de dollars)	Compagnies d'assurance-vie	Compagnies d'assurance de biens et d'assurance-responsabilité
1 à 25	2,05	1,80
25 à 50	1,72	1,09
50 à 100	1,36	1,30
100 à 250	1,26	0,94
250 à 500	1,07	0,84
500 à 1 000	1,46	1,72
Plus d'un milliard	1,72	0,95

SOURCE Insurance Accounting and Statistical Association, « Survey of Data Processing Resources », 1978, document reprographié.

les entreprises de très grande taille, l'automatisation comporte en réalité certaines déséconomies d'échelle. Les résultats concernant les compagnies d'assurance de biens et d'assurance-responsabilité donnent un tableau plus nuancé de l'importance des économies d'échelle associées à l'automatisation. Toutefois, ces résultats indiquent qu'il n'existe pas d'économies d'échelle substantielles au-delà d'un niveau de revenu au titre des primes compris entre 250 et 500 millions de dollars. Les données du tableau 2-4 sont conformes avec les conclusions tirées des résultats de nos régressions, c'est-à-dire qu'au-delà d'un certain niveau, tout accroissement de la taille de l'entreprise ne modifie pas les avantages économiques de l'automatisation.

Résumé

L'analyse présentée dans ce chapitre débouche sur la conclusion que, pour un secteur important de l'industrie des assurances, la petite taille d'une entreprise a constitué un obstacle majeur à la rentabilité de l'adoption précoce de l'informatique. Toutefois, les assureurs les plus importants n'ont pas mis moins de temps à appliquer l'informatique que leurs concurrents de plus petite taille. Ce résultat concorde avec ceux d'un certain nombre d'autres études sur le processus de diffusion, y compris l'analyse que l'auteur du présent document a faite de l'utilisation de l'informatique dans d'autres industries du secteur des services au Canada. Il découle de cette observation qu'une « miniaturisation » des innovations en vue de les rendre économiquement accessibles aux petites

entreprises pourrait avoir une incidence majeure sur le taux de diffusion dans le marché intérieur. Dans un chapitre ultérieur, nous aborderons les arguments d'efficience économique qui sont invoqués à l'appui d'une intervention du secteur public dans la promotion des efforts de miniaturisation. Pour l'instant, nous voulons simplement insister sur le fait que, dans le contexte canadien (comme semble-t-il ailleurs), des indivisibilités technologiques retardent la diffusion rapide des innovations dans le secteur des services.

Nos résultats permettent également de conclure qu'une spécialisation de la production atténue certains des inconvénients qui découlent de la petite taille d'une entreprise. Plus précisément, les compagnies d'assurance spécialisées dans un plus petit nombre de produits avaient eu recours plus tôt à la technique de l'informatique, toutes choses égales par ailleurs. Au plan des politiques, les conséquences de cette situation ne sont pas aussi évidentes que dans le cas des industries manufacturières, où les barrières tarifaires et autres favorisent une différenciation « excessive » des produits. Dans le cas de l'industrie des assurances, on peut soutenir que la différenciation excessive des produits, dans la mesure où elle existe, est due à la réglementation gouvernementale. Particulièrement en ce qui concerne la tarification des polices et les produits que les compagnies d'assurance sont autorisées à offrir, les différences entre les provinces contribuent à morceler un marché déjà limité.

Contrairement à l'évolution de plusieurs innovations étudiées par l'auteur dans le secteur manufacturier, il semble que les compagnies d'assurance canadiennes aient mis moins de temps que les filiales de sociétés étrangères à adopter l'informatique. Bien que nous ne puissions offrir une explication concluante de ce résultat, il semblerait que la centralisation des services informatiques au niveau du siège social de la société-mère soit un des facteurs en cause.

Nous avons déjà traité de la signification de ce phénomène en regard de la rapidité de diffusion sur le marché intérieur. On peut également faire remarquer que la centralisation des services informatiques au niveau des sièges sociaux des compagnies multinationales n'est pas sans avoir un effet sur le processus de miniaturisation au Canada. Il se peut notamment que les filiales étrangères, considérées comme l'un des principaux agents dans l'adaptation des techniques manufacturières importées au Canada, ne jouent aucun rôle direct dans le processus de miniaturisation de la technologie informatique. Au contraire, étant donné que l'information peut être transmise à un coût relativement faible, la société multinationale est incitée à centraliser les activités de traitement de l'information lorsque ces activités comportent des indivisibilités non négligeables. L'accès des petites entreprises aux nouvelles techniques informatiques pourrait en être rendu encore plus difficile.

Puisque le phénomène de la miniaturisation semble être un élément pertinent du processus de diffusion des innovations, nous examinerons, au chapitre suivant, certaines données sur la nature et les répercussions de ce phénomène dans le domaine de la technologie informatique.

3 Les stades ultérieurs de l'adoption de l'informatique

Nous avons vu au chapitre précédent que les grandes compagnies d'assurance avaient été les premières à utiliser l'informatique, tant aux États-Unis qu'au Canada. Une analyse de la diffusion de cette technologie a toutefois montré qu'en 1969, les très grandes entreprises n'étaient pas plus susceptibles d'être automatisées que leurs rivales de plus petite taille. Bien que les assureurs des États-Unis aient été les premiers à adopter l'informatique au milieu des années 50, il n'existait, en 1962, aucune différence discernable entre les pourcentages de l'ensemble des assureurs automatisés dans chaque pays. Cependant, le niveau d'utilisation des ordinateurs était quelque peu plus élevé aux États-Unis qu'au Canada. Du milieu à la fin des années 60, l'avènement des centres de traitement à façon et l'introduction du mini-ordinateur ont grandement facilité l'accès aux techniques informatiques pour les petites et moyennes entreprises de ce secteur. Ainsi, les profils d'adoption de l'informatique tant aux États-Unis qu'au Canada auraient dû commencer à refléter, au cours de la seconde moitié des années 60, l'influence des progrès accomplis dans la mise au point de modèles de taille réduite. On peut en fait considérer que les facteurs qui ont entravé l'adoption du mini-ordinateur et le recours aux centres de traitement à façon ont été les principaux obstacles à la diffusion des techniques informatiques dans de nombreuses industries du secteur des services.

Le recours aux centres de traitement à façon

Le concept du centre de traitement à façon signifie essentiellement que de petites entreprises louent les services d'une unité centrale de traitement appartenant à une société spécialisée en services informatiques ou à une grande compagnie d'assurance. Les coûts du matériel et du logiciel spécialisé sont donc répartis entre un grand nombre d'entreprises qui, prises une à une, n'ont pas une taille assez importante pour justifier l'acquisition d'un système informatique. Les premiers centres de services informatiques employaient une méthode de traitement par lots, c'est-à-dire que les données étaient inscrites sur des cartes et le traitement de l'information se faisait à intervalles réguliers. Avec le temps, l'accès en direct aux centres de traitement à façon est devenu la formule de temps partagé la plus répandue. Dans ce dernier cas, l'abonné peut accéder à l'unité centrale de traitement en transmettant et en recevant des données par téléphone, ce qui permet de réduire le délai nécessaire pour acheminer et retrouver les renseignements voulus.

L'avènement des centres de traitement à façon a-t-il permis de réduire sensiblement le seuil à partir duquel une entreprise pouvait faire une utilisation rentable de l'informatique ? Pour répondre à cette question, il nous paraît approprié de faire une comparaison entre la taille moyenne des entreprises qui ont eu recours aux services des centres de traitement à façon et celle des entreprises qui ont mis en place leur propre système d'ordinateur. Dans la mesure où les centres de traitement ont influé sur la taille minimale des entreprises susceptibles de profiter des avantages de l'informatique, on pourrait s'attendre à ce que les compagnies qui s'adressent aux centres de traitement à façon aient une taille sensiblement moins grande que celles qui exploitent leurs propres installations informatiques.

Une analyse du profil d'adoption de l'informatique au sein d'un échantillon aléatoire de compagnies d'assurance-vie non automatisées en 1969 a permis de faire un peu de lumière autour de cette question. Ainsi, sur un total de vingt entreprises, six utilisaient les services d'un centre de traitement à façon en juin 1974, tandis que sept avaient installé leur propre ordinateur. Sur la base des primes d'assurance vendues en 1969, la taille moyenne des six compagnies qui avaient recours à un centre de traitement à façon était de 2,93 millions de dollars, tandis que la taille moyenne des sept entreprises possédant un ordinateur s'établissait à 4,87 millions de dollars. Un test de la différence des moyennes pour un échantillon restreint a révélé que l'écart entre la taille

moyenne de chaque groupe d'entreprises était statistiquement significatif au niveau de 0,10. Bien que, selon les critères habituels, ce niveau de signification soit faible, les résultats obtenus permettent de penser que l'avènement des centres de traitement à façon a facilité l'accès aux techniques informatiques pour les assureurs de taille moyenne.

Une comparaison de la taille moyenne des six utilisateurs de centres de traitement à façon et des sept entreprises qui ne s'étaient pas encore automatisées en juin 1974 a montré que la différence entre les deux groupes n'était pas statistiquement significative. Plus précisément, la taille moyenne du premier groupe de compagnies était de 2,93 millions de dollars, tandis que pour le second groupe elle atteignait 1,97 million de dollars. À la lumière de ce résultat, il semblerait que l'on ne puisse attribuer uniquement à l'existence d'économies d'échelle que certains assureurs – dont les revenus sous forme de primes étaient inférieurs à 2 millions de dollars – n'aient pas adopté l'informatique. Il est intéressant de noter ici qu'en 1969, environ 46 % de toutes les compagnies d'assurance-vie au Canada avaient des revenus au titre des primes inférieurs à 2 millions de dollars. S'il existait un seuil minimal de 2 à 3 millions de dollars en deçà duquel il n'était pas profitable de recourir aux services d'un centre de traitement, il faudrait en conclure que près de la moitié des compagnies d'assurance canadiennes n'avaient pas une taille suffisante, pour justifier cette forme d'automatisation, aussi tard dans le cycle d'adoption qu'en 1970.

L'analyse contenue dans le chapitre 2 a permis de démontrer que les compagnies canadiennes d'assurance-vie n'ont mis qu'un peu plus de temps que celles des États-Unis à se doter d'ordinateurs centraux. Au cours des stades ultérieurs du processus de diffusion, les façons de concevoir le recours aux centres de traitement à façon ont grandement contribué à faire apparaître des différences entre les deux pays quant aux modalités d'adoption de l'informatique. Il importait donc de déterminer si le recours aux centres de traitement à façon s'était effectué à des rythmes différents dans l'un et l'autre pays.

Les premières données publiées sur le recours aux centres de traitement à façon par les compagnies d'assurance-vie au Canada et aux États-Unis proviennent d'une enquête menée en 1974 auprès des membres de la Life Office Management Association (LOMA). Les résultats de cette enquête indiquent qu'en 1974, environ 11 % des compagnies d'assurance-vie américaines membres de la LOMA recouraient aux services de centres de traitement à façon, contre une proportion d'environ 12 % dans le cas des compagnies canadiennes d'assurance-vie affiliées au même organisme.

Il n'a pas été possible de déterminer avec exactitude le rapport qui existe, dans les deux pays, entre la taille des compagnies d'assurance affiliées à la LOMA et celle des assureurs qui n'en sont pas membres. Notons toutefois que, tant aux États-Unis qu'au Canada, toutes les grandes compagnies d'assurance font partie de cette association, tandis que celles qui n'en sont pas membres figurent généralement parmi les plus petites entreprises de l'industrie. Par conséquent, s'il existe un rapport positif entre la taille et le recours à l'informatique, il se peut que le taux d'utilisation des centres de traitement à façon parmi les membres de la LOMA soit plus élevé que le taux correspondant pour l'ensemble des compagnies d'assurance. Cependant, dans la mesure où le rapport entre le taux d'utilisation au sein des membres de la LOMA et le taux d'utilisation parmi l'ensemble des compagnies est identique aux États-Unis et au Canada (et rien ne permet de penser le contraire) il nous paraît raisonnable de conclure que les taux d'utilisation des centres de traitement à façon étaient les mêmes dans les deux pays vers le milieu de 1974. Il semblerait donc que l'utilisation relativement limitée des centres de traitement à façon au Canada ne soit pas due à un désavantage particulier au contexte canadien puisque le recours à ces services a été également assez limité aux États-Unis.

Mini-ordinateurs et systèmes de réseau

Une manifestation plus récente du phénomène de la miniaturisation, liée au concept des centres de traitement à façon, est le réseau intégré où les succursales et les bureaux de district transigent « en direct » avec l'unité de traitement située au bureau central. Dans les premiers réseaux de transmission de données, les renseignements étaient acheminés entre le siège social et les bureaux locaux au moyen des lignes téléphoniques et télégraphiques. On reliait télétypes et ordinateurs pour traiter, de façon centralisée, les données sur les polices d'assurance. Les bureaux régionaux faisaient parvenir, par télétype, des renseignements à l'unité centrale qui, après les avoir traités, produisait une police qui était mise à la poste dans les 24 heures[1]. En 1965, la Continental Casualty Company de Chicago annonçait une innovation dans le service aux assurés en se dotant d'un système de réseau « en temps réel ». Des terminaux installés dans les succursales étaient reliés « en direct » avec l'unité centrale, permettant à la compagnie Continental de répondre sans délai aux demandes des assurés, de préparer les chèques en

règlement des réclamations et de compiler sur place des données sur les polices[2].

Il est impossible de déterminer avec quelque précision le rythme auquel les assureurs canadiens ou américains ont mis en application le concept du réseau. Les données limitées dont nous disposons indiquent que les compagnies d'assurance auraient mis assez de temps à intégrer des réseaux informatiques à leurs opérations, en comparaison notamment de la rapidité avec laquelle cette industrie a adopté l'ordinateur. Encore en 1973, on signalait que seulement 18 grandes sociétés aux États-Unis (dans l'ensemble du secteur industriel) étaient dotées de réseaux de transmission de données[3]. Comme nous l'avons mentionné, l'inauguration du premier système de réseau en temps réel dans l'industrie des assurances aux États-Unis est survenue en 1965. En mars 1969, IBM Canada Ltée mettait en service le premier réseau informatique s'étendant d'un océan à l'autre au Canada; les ordinateurs et terminaux secondaires situés dans les divers centres de traitement de données d'IBM étaient reliés entre eux grâce à un réseau de communications rapide[4]. Datacrown, une filiale de Crown Life Insurance, annonçait en 1973 l'installation du premier réseau IBM 370/168 desservant l'ensemble du pays. À la fin de 1982, toutefois, Royal Insurance (une des plus importantes compagnies d'assurance au Canada) estimait encore que seulement environ 25 % des primes qu'elle touchait provenaient d'agences automatisées[5].

L'arrivée du mini-ordinateur sur le marché a amélioré les possibilités offertes par le système de réseau. Les mini-ordinateurs et, plus récemment, les micro-ordinateurs ont permis de décentraliser le traitement des données, c'est-à-dire de localiser cette fonction dans les bureaux de vente, à un point rapproché de la clientèle. Tant le traitement des données que la tenue des dossiers sont, de plus en plus, laissés aux soins des bureaux de vente. À l'avenir, seulement les programmes les plus complexes ou les transactions faisant appel à des données très rarement utilisées seront transférés des mini-ordinateurs à l'unité centrale. Les ordinateurs centraux serviront à réacheminer des messages, à tenir des archives et à rassembler des données sur l'ensemble des opérations de la compagnie pour fins de comptabilité, de vérification, de calcul actuariel et de gestion[6].

L'industrie des assurances commence à peine à tirer profit de la décentralisation du traitement des données (sous la forme de mini-ordinateurs ou, dans certains cas, de micro-ordinateurs interconnectés pour constituer un seul système informatique. Alors que plusieurs des grandes compagnies mettent au point leur propre réseau, la plupart (surtout les petites et moyennes entreprises) se tournent vers les services de télécommunications spécialisés ou les réseaux à valeur ajoutée. Ce dernier concept est basé sur l'utilisation des systèmes téléphoniques conventionnels, mais les données sont regroupées pour être transmises selon le modèle de cheminement le plus efficace sur les circuits disponibles. Les réseaux à valeur ajoutée permettront aux petits utilisateurs de justifier le coût de la téléinformatique; en effet, ceux-ci pourront disposer d'un réseau d'envergure nationale tout en ne payant que pour la transmission de leurs propres données[7].

Bien qu'il n'existe pas de renseignements systématiques sur l'utilisation relative des mini-ordinateurs au Canada et aux États-Unis, tout indique qu'au niveau des agents et des courtiers, le ratio du nombre de mini-ordinateurs utilisés par agence est à peu près le même dans les deux pays. Notons par ailleurs que seulement environ 4 % des agences dans l'un et l'autre pays disposent de mini-ordinateurs[8]. Ainsi, comme dans le cas des centres de traitement à façon, la diffusion des mini-ordinateurs dans les bureaux locaux semble avoir procédé lentement dans l'industrie des assurances, et cela tant aux États-Unis qu'au Canada.

Le niveau d'utilisation de l'informatique dans les compagnies d'assurance au Canada et aux États-Unis

Jusqu'à maintenant, nous avons fait valoir que le processus de miniaturisation des techniques informatiques ne semble pas s'être effectué plus rapidement aux États-Unis qu'au Canada, du moins pas de façon notable. Compte tenu du fait qu'en 1962, la vitesse de diffusion entre les entreprises était approximativement la même dans les deux pays, nous pourrions supposer que l'utilisation de l'ordinateur dans l'industrie des assurances a été assez comparable de part et d'autre de la frontière au cours de la majeure partie des années 60 et 70. Si les données requises étaient disponibles, nous pourrions évaluer le bien-fondé de cette hypothèse en estimant, au niveau d'un échantillon de compagnies américaines et canadiennes, le rythme auquel l'informatique a remplacé les techniques manuelles[9].

Malheureusement, nous ne disposons pas des données qui nous permettraient d'estimer des fonctions statistiques sur la diffusion comme telle. Nous sommes donc forcés d'évaluer le niveau d'utilisation de l'informatique à un quelconque stade final. La date la plus récente pour laquelle nous disposons de données comparables sur les niveaux d'utilisation de l'informatique aux États-Unis et au

Canada est janvier 1974[10]. Signalons qu'il est improbable que la mesure du niveau d'utilisation à un moment précis soit un substitut non biaisé de la vitesse de diffusion telle qu'établie au moyen d'une estimation statistique. Pour être plus précis, comme le risque associé à l'adoption d'une innovation diminue avec le temps, les entreprises qui ont tardé à adopter l'informatique tendent à automatiser dès le départ un plus grand nombre de fonctions que les entreprises qui ont été les premières à recourir à cette nouvelle technologie[11]. C'est pourquoi le niveau d'utilisation à un stade final donné risque de donner une estimation biaisée (à la hausse), de la vitesse de diffusion au sein des compagnies canadiennes, par rapport à celles des États-Unis, puisqu'au début les compagnies canadiennes ont tardé à adopter l'informatique. Toutefois, étant donné que le retard initial du Canada n'a pas été très important, il est peu probable que ce biais soit grave. Par conséquent, on peut faire l'hypothèse que les niveaux d'utilisation de l'informatique, en juin 1974, donnent une bonne indication des différences relatives dans la vitesse de diffusion interne avant juin 1974.

Pour pouvoir comparer les niveaux d'utilisation dans l'ensemble des entreprises canadiennes et américaines, il faut disposer d'une mesure homogène de l'utilisation de l'informatique. Une mesure habituellement employée dans l'industrie (et dont nous nous sommes servis) est la quantité de mémoire utilisée par une compagnie. L'unité de mesure conventionnelle est « *K* » ou mille multiplets de mémoire centrale. Dans une étude portant sur les installations informatiques, la Life Office Management Association a estimé la capacité de mémoire centrale de l'ensemble des ordinateurs en opération, au début de 1974, dans les sièges sociaux des compagnies américaines et canadiennes d'assurance-vie[12]. Cette mesure est la variable dépendante *K* que nous employons dans notre analyse. Précisons que *K* n'a pas été corrigée en vue de tenir compte des différences de taille entre les entreprises. Nous estimons plutôt le logarithme naturel de *K* à partir du logarithme naturel de notre mesure de la taille des entreprises. On pourrait ainsi considérer que toute divergence du coefficient, dans un sens ou dans l'autre, par rapport à une valeur estimée de un est un indice de l'existence d'économies ou de déséconomies d'échelle en rapport avec l'automatisation, toutes autres choses étant constantes.

La variable représentant la taille (S_i) correspond à la moyenne de l'ensemble des primes d'assurance touchées en 1969 et en 1973, mesurée en dizaines de milliards de dollars US[13]. Le rapport estimé entre *K* et *S* reflétera donc la date à laquelle a débuté l'automatisation ainsi que son importance au sein de l'entreprise. Pour ce qui est de notre mesure (continue) de l'automatisation, c'est-à-dire *K*, cette dernière influence devrait dominer le rapport observé. En d'autres termes, le coefficient estimé de la variable de la taille devrait surtout refléter la vitesse de diffusion interne de l'informatique.

À priori, l'effet de la taille de l'entreprise sur la vitesse de diffusion interne est difficile à prédire. Des ressources financières plus importantes et l'accès au marché des capitaux pourraient faciliter, au sein de plus grandes compagnies, une diffusion plus rapide. Par contre, une fois la décision prise, les petites entreprises semblent procéder plus rapidement à la mise en œuvre des changements à l'intérieur de leur organisation. L'utilisation généralisée de l'informatique implique des transformations organisationnelles majeures qui peuvent être difficiles à réaliser dans une grande bureaucratie.

Une deuxième variable indépendante incluse dans notre modèle est la variable auxiliaire O_i dont la valeur est un si l'entreprise appartient à des Canadiens et 2,71 si elle est détenue par des américains. Convertie en valeurs logarithmiques naturelles, O_i devient une variable binomiale (zéro-un). Précisons que les sociétés dont il s'agit ici sont des multinationales américaines. Par conséquent, la capacité informatique inventoriée a trait à l'ensemble d'une organisation, y compris les filiales qu'elle exploite au Canada. Comme nous l'avons signalé dans une section précédente, la majeure partie de la capacité informatique des multinationales américaines sera contralisée au siège social de la société-mère. À partir de notre échantillon, nous effectuons par conséquent une comparaison entre les compagnies d'assurance de propriété canadienne et celles dont les propriétaires sont américains, et non simplement entre les entreprises canadiennes appartenant à des Canadiens et celles qui, opérant également au Canada, appartiennent à des étrangers.

Les résultats de nos estimations statistiques antérieures ont montré que les assureurs canadiens étaient plus susceptibles d'automatiser leurs opérations que les filiales étrangères. Nous avons fait valoir que ce phénomène pourrait être attribuable à la centralisation des activités informatiques aux sièges sociaux des compagnies d'assurance multinationales. Toutefois, s'il s'avérait que les multinationales mettent plus de temps que les compagnies de propriété canadienne à généraliser l'utilisation de l'informatique, il serait possible d'interpréter nos résultats comme indiquant qu'en fait, les filiales de sociétés américaines ont mis plus de temps que les entreprises canadiennes à appliquer directement ou indirectement les techniques informatiques.

L'équation que nous avons employée pour estimer la relation précitée est la suivante :

$$2 \qquad lnK_i = g(lnS_i, lnO_i).$$

L'échantillon initial comprenait 93 compagnies, tirées au hasard d'une liste de 380 compagnies américaines et canadiennes qui avaient fait l'objet d'une enquête sur l'utilisation de l'informatique, menée par la Life Office Management Association (LOMA); ces compagnies étaient toutes membres de la LOMA. Nous avons choisi un échantillon plus restreint pour faciliter les calculs, bien qu'il semble avoir une taille suffisante pour que les hypothèses habituelles sur la normalité tiennent.

Les résultats de l'estimation effectuée par la méthode des moindres carrés ordinaires se présentent comme suit :

$$\begin{aligned} 2\,(a) \quad lnK_i &= 4.66 + 1.12lnS_i - 0.234lnO_i \\ &\quad (11.82) \quad (17.83) \quad (-1.70) \\ \bar{R}^2 &= 0.857 \quad F = 93.68 \end{aligned}$$

Le coefficient de la variable S_i est significativement supérieur à zéro mais ne diffère pas significativement de un. Ce résultat pourrait indiquer que les avantages escomptés du remplacement des méthodes manuelles par l'informatique sont à peu près proportionnels à la taille de l'entreprise, ou bien que les avantages économiques associés aux prétendues indivisibilités techniques sont neutralisés par l'inertie bureaucratique plus prononcée dans les grandes entreprises.

Un test de signification bilatéral montre que la variable O_i est à peine significative au niveau de 0,10. En raison de la faiblesse statistique de la variable lnO_i, on ne peut tirer de conclusions définitives sur la différence entre les rythmes de diffusion au sein des entreprises au Canada et aux États-Unis. En effet, dans la mesure où les taux de diffusion sont à peu près égaux et dans la mesure où les filiales canadiennes de compagnies américaines ont pu se servir des installations informatiques de leurs sociétés-mères, il se peut que l'utilisation (comparativement à l'exploitation) des services informatiques ait progressé aussi rapidement parmi les filiales étrangères au Canada que parmi les entreprises de propriété canadienne. Comme nous ne possédons aucun renseignement portant directement sur cette question, nous devons interpréter avec prudence les répercussions que pourrait avoir, au plan des politiques, le phénomène de la propriété étrangère sur le processus de diffusion de l'informatique.

Afin de jeter plus de lumière sur les différences possibles entre les profils d'adoption aux États-Unis et au Canada, nous avons estimé à nouveau l'équation 2(*a*), en laissant varier le coefficient de la variable lnS_i entre les entreprises américaines et canadiennes. Plus exactement, nous avons employé deux variables pour la taille : $lnSC_i$, qui prenait les valeurs observées de lnS_i pour les entreprises de propriété canadienne et la valeur zéro dans le cas contraire; et $lnSUS_i$, qui prenait les valeurs observées de lnS_i pour les entreprises de propriété américaine et la valeur zéro dans le cas contraire. Cette spécification particulière permet de tenir compte du fait que l'incidence de la taille sur la diffusion au sein d'une entreprise puisse varier d'un pays à l'autre.

Les résultats obtenus à partir de la nouvelle estimation de l'équation 2(*a*), après modification de la variable S_i, se présentent ainsi :

$$\begin{aligned} 2\,(b) \quad lnK_i &= 12.27 + 1.20lnSC_i + 1.06lnSUS_i \\ &\quad (19.76) \quad (10.24) \quad (17.52) \\ &\quad - 0.081lnO_i \\ &\quad (-0.36) \\ \bar{R}^2 &= 0.825 \quad F = 138.91 \end{aligned}$$

On remarque que les coefficients de SC_i et de SUS_i ont des valeurs assez rapprochées. En effet, un test F ne nous permet pas de rejeter la possibilité que les coefficients soient identiques. Donc, en considérant l'ensemble des entreprises canadiennes et américaines de l'échantillon, il nous semble raisonnable de conclure qu'en pratique, la diffusion de l'informatique au sein des compagnies d'assurance a connu un cheminement assez semblable au Canada et aux États-Unis.

Un certain nombre d'exceptions ressortent de l'échantillon initial de 93 observations, en particulier trois grandes compagnies d'assurance des États-Unis pour lesquelles les valeurs de S_i sont trois à quatre fois plus élevées que pour les assureurs qui les suivent immédiatement en importance. Pour déterminer si la valeur estimée du paramètre S_i reflète indûment le comportement des trois plus importants assureurs de l'échantillon, nous avons de nouveau estimé l'équation 2(*b*) en excluant ces trois compagnies. Les résultats obtenus (non publiés) sont pratiquement identiques aux résultats de la première estimation de l'équation 2(*b*).

La valeur relativement élevée des coefficients dans les équations 2(*a*) et 2(*b*) permet de penser que l'erreur statistique qui pourrait provenir de l'omission de variables pertinentes dans l'équation 2 ne risque

pas d'être très importante, malgré le fait que l'équation d'estimation ne comporte que deux variables indépendantes. En particulier, certains facteurs liés à la gestion, comme la façon de percevoir les risques, la scolarité des dirigeants et ainsi de suite, semblent jouer un rôle plutôt limité, en supposant que ces facteurs sont orthogonaux par rapport aux variables incluses. En outre, il n'y a aucune corrélation significative entre les résidus des équations 2(*a*) et 2(*b*) et lnS_i; il est donc improbable que se pose un problème d'hétéroscédasticité d'une quelconque importance.

L'analyse montre qu'en dépit du fait que les compagnies canadiennes d'assurance-vie ont mis plus de temps que celles des États-Unis à adopter l'informatique au tout début du cycle d'adoption, le remplacement des activités manuelles par l'informatique était plus avancé dans les compagnies canadiennes à la fin de 1973. À la lumière de nos premières observations sur le profil de diffusion entre les entreprises et sur le recours aux centres de traitement à façon, il semble que l'adoption de l'informatique dans l'industrie des assurances au Canada et aux États-Unis se soit déroulée de façon remarquablement similaire.

À ce stade, notre analyse indique également que, pour un pourcentage élevé des compagnies d'assurance, la petite taille a fait obstacle à l'adoption de l'ordinateur. Bien que le marché n'ait pas tardé à réagir à cette contrainte, d'abord avec l'avènement des centres de traitement à façon et, par la suite, la mise au point du mini-ordinateur, il semble tout de même pertinent de tenter de déterminer quels facteurs ont pu empêcher un progrès plus rapide dans la miniaturisation de la technologie de l'informatique.

Les obstacles au processus de miniaturisation

On ne peut malheureusement faire appel qu'à des faits anecdotiques pour tenter de comprendre la nature des obstacles qui ont empêché une miniaturisation plus rapide des techniques informatiques. Théoriquement, ces obstacles semblent appartenir à deux grandes catégories : ceux qui ont trait aux possibilités offertes par les produits et services de remplacement pour les unités centrales installées dans les locaux de l'utilisateur (par exemple, les centres de traitement à façon), et ceux qui sont liés à la sensibilisation des assureurs aux possibilités de remplacement de ces unités centrales. Quelle catégorie a le plus d'importance ? À notre avis, les renseignements disponibles permettent de penser que les limites et l'incertitude entourant la capacité des produits et des services de remplacement ont constitué l'entrave la plus importante à la diffusion plus rapide des techniques informatiques parmi les petites entreprises.

L'obstacle le plus fréquemment mentionné à l'adoption plus rapide et à l'utilisation plus intensive des centres de traitement à façon ou des mini-ordinateurs chez les petites et moyennes entreprises du secteur des assurances est peut-être le soutien limité susceptible de provenir de l'extérieur dans la conception et la programmation des systèmes requis aux premiers stades de la planification et de la mise sur pied d'un service informatique. Bien que les centres de traitement en temps partagé et les constructeurs de matériel aient offert des services de programmation et de soutien des systèmes, il s'avérait souvent impossible pour les compagnies d'assurance de tirer profit des économies d'échelle en faisant appel à des systèmes et logiciels « standards », en raison de la nature spécifique de leurs besoins. En outre, l'extrême rareté des analystes et des programmeurs a fait en sorte qu'il était trop coûteux pour les fabricants de mini-ordinateurs et les constructeurs de matériel d'offrir à leurs clients des progiciels « clé en main »[14].

Ces obstacles à l'adoption généralisée des mini-ordinateurs n'existaient pas seulement au Canada. Aux États-Unis également, les fabricants de mini-ordinateurs n'ont jamais offert le genre de programmes d'appoint qu'IBM, Honeywell, Univac et les autres constructeurs mettaient à la disposition des utilisateurs d'unités centrales[15]. Le fait que les acheteurs de mini-ordinateurs se voyaient souvent forcés de faire du « bricolage », a contribué à décourager de nombreux utilisateurs éventuels[16]. Au milieu des années 70, toutefois, le nombre de programmes de mini-ordinateurs offerts par les fabricants et par les fournisseurs indépendants de logiciels avait tellement augmenté que certains observateurs étaient d'avis que les mini-ordinateurs n'étaient plus désavantagés sur ce plan[17].

Les progrès du mini-ordinateur en tant qu'option viable pour les petites entreprises ont été grandement favorisés par les améliorations survenues au niveau de la miniaturisation et des circuits intégrés, qui ont contribué à réduire considérablement le rapport coût/qualité de ces machines. Ainsi, au milieu des années 70, un grand nombre de compagnies d'assurance signalaient que les mini-ordinateurs étaient rentables pour certaines tâches, tandis que les plus gros ordinateurs ne l'étaient pas[18]. Il a fallu toutefois attendre longtemps avant que les mini-ordinateurs deviennent graduellement plus économiques dans les applications faites par les petites entreprises. Le premier mini-ordinateur offert sur le marché a été fabriqué en 1963. Le PDP-8, une machine fabriquée en série, a fait son apparition deux ans plus tard.

Malgré tout, on signalait à la fin de 1976 que seulement 5 compagnies canadiennes et 53 compagnies américaines, membres de la LOMA, utilisaient des mini-ordinateurs dans au moins une application[19].

D'après certains observateurs, le manque de renseignements sur les avantages possibles de l'automatisation a peut-être constitué un obstacle à l'adoption de l'informatique dans certaines petites compagnies d'assurance. La peur du changement a également été citée comme une des raisons de la lenteur des gestionnaires à adopter l'ordinateur. On a ainsi fait état de situations où des chefs de service ont refusé d'assister à des séances d'information organisées pour le personnel de la compagnie sur le fonctionnement des ordinateurs, alors que certains surveillants se demandaient si le nouveau système ne serait pas au-delà de leurs capacités[20].

Il est très difficile d'établir de manière concluante que la résistance au changement constitue un obstacle majeur à l'adoption des innovations dans les petites entreprises ou si, au contraire, nous sommes en présence de cas anecdotiques isolés. L'évaluation est encore rendue plus difficile par le fait que la décision d'adopter une innovation tient ordinairement compte d'un risque « objectif », de sorte que ce qui doit nous préoccuper est l'aversion « excessive » pour le risque ou l'inertie de l'agent en cause. On a invoqué de tels facteurs comportementaux pour expliquer la lenteur d'adoption de l'informatique chez les médecins et les dentistes canadiens[21]. Toutefois, les données statistiques nécessaires manquent pour se prononcer sur la pertinence de ces facteurs. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, des caractéristiques « objectives » telles que la taille des entreprises, leur degré de spécialisation et leur mode de propriété semblent pouvoir expliquer dans une large mesure les profils d'adoption observés, bien que davantage dans le cas des grandes entreprises que dans le cas des plus petites.

On continue aussi de mentionner les limites inhérentes aux capacités de la technologie parmi les obstacles à l'utilisation des systèmes informatiques en temps partagé, même au cours des stades plus récents du processus d'adoption. Par exemple, les contraintes relatives aux logiciels disponibles sont considérées comme un obstacle important à l'adoption plus rapide des systèmes de réseau en direct. Selon la plupart des compagnies d'assurance qui utilisent l'informatique, les progiciels servant aux systèmes de transmission en direct des données sont inadéquats. Les grandes compagnies qui ont mis au point leurs propres logiciels envisagent souvent de vendre ces programmes à d'autres assureurs désireux d'introduire des systèmes en direct. Un cas important à cet égard est la commercialisation vigoureuse dont fait l'objet actuellement un de ces progiciels (système de gestion des polices). Toutefois, le progiciel en question ne peut être employé qu'en conjonction avec une unité centrale de marque IBM, et les compagnies d'assurance de moindre taille sont donc confrontées à la perspective de mettre au rancart leurs terminaux de marques autres que IBM[22].

La difficulté de réaliser l'uniformisation entre les agences représente un autre obstacle de taille à la mise en place de réseaux. En particulier, la présence d'agences indépendantes complique la prestation de services en direct à la clientèle. Un agent affilié à plus d'une compagnie d'assurance aura besoin de consulter les dossiers de plusieurs systèmes. Il se pourrait donc qu'un agent soit obligé d'avoir au moins un terminal distinct pour chaque compagnie qu'il représente. Une telle situation est non seulement déroutante pour l'exploitant mais elle donne lieu à un gaspillage de ressources. L'uniformisation, fondée sur certains paramètres communs à tous les systèmes employés par les agents et le personnel des compagnies d'assurance, permettrait une adaptation plus facile aux méthodes de gestion en direct des politiques. Toutefois, la réalisation d'un projet aussi vaste impliquant autant de participants comporte d'énormes difficultés. Ainsi, la possibilité de profiter gratuitement des efforts de ceux qui auraient participé au processus d'uniformisation pourrait inciter bon nombre d'assureurs à ne pas s'engager activement dans cette tâche.

Les coûts de transaction élevés ainsi que certains facteurs externes pourraient être à l'origine d'une imperfection du marché dans l'adoption des nouvelles techniques. En d'autres termes, il se pourrait que le marché (laissé à lui-même) n'affecte pas une quantité « optimale » de ressources à l'effort de miniaturisation. Dans une étude sur la diffusion des systèmes électroniques de virement de fonds dans le secteur bancaire, on a également fait allusion aux problèmes que pourrait causer l'existence de facteurs externes d'ordre technique[23]. Alors qu'un certain nombre de compagnies d'assurance possèdent déjà ou envisagent de mettre en place des réseaux privés de communications pour relier l'ordinateur du siège social aux bureaux locaux et, souvent, aux agences indépendantes les plus importantes, le coût total de ces réseaux privés est beaucoup plus élevé que celui d'un réseau commun que pourrait utiliser une bonne partie de l'industrie.

Résumé

Bien que les données disponibles ne permettent pas d'écarter la possibilité que l'inertie et l'ignorance aient contribué à retarder l'utilisation des techniques informatiques dans les petites entreprises, ce retard

semble surtout attribuable aux délais survenus dans le développement des progiciels et à la lenteur des progrès de la technologie des semi-conducteurs et des bandes magnétiques à faire baisser le prix des mini-ordinateurs. Les lacunes au niveau des logiciels de base posent encore un problème, comme l'attestent les résultats d'une enquête récente menée auprès de 242 agents indépendants du secteur des assurances de biens et de l'assurance-responsabilité qui venaient de s'automatiser. Pour la grande majorité des répondants, la question des logiciels constituait le pire obstacle à une utilisation efficace de l'informatique, suivi de l'absence d'un soutien adéquat de la part des fournisseurs[24].

Les retards dans le développement des progiciels peuvent être imputables aux délais survenus dans la formation d'analystes de systèmes et de programmeurs et à la difficulté de regrouper les demandes des utilisateurs pour pouvoir réaliser des économies d'échelle dans ces deux domaines[25]. Le temps requis pour que s'abaisse le coût du matériel informatique est avant tout tributaire des développements de la technologie des semi-conducteurs qui, jusqu'à récemment, se produisaient surtout aux États-Unis.

Il nous reste donc à répondre à une question fondamentale : comment l'État devrait-il aborder la question de la diffusion des techniques informatiques dans le cadre de ses politiques ? En particulier, les autorités peuvent-elles (ou devraient-elles) se pencher sur le phénomène de la miniaturisation, qui a toujours constitué un volet déterminant du problème de la diffusion et qui, en outre, pourrait s'avérer l'étape du processus d'innovation la moins susceptible de bénéficier, comme dans le cas d'autres « biens à caractère public », de retombées techniques en provenance des États-Unis ? Nous aborderons ces questions dans le dernier chapitre.

4 Résumé et conclusions

Notre étude de l'adoption de l'informatique dans l'industrie des assurances vient corroborer certaines des constatations qui se dégagent d'autres travaux sur la diffusion des innovations. En particulier, elle ajoute foi à l'hypothèse selon laquelle nombre d'innovations se caractérisent (surtout aux premiers stades du cycle d'adoption) par des indivisibilités qui réduisent, sinon éliminent, la possibilité pour les petites entreprises de tirer parti des avantages que ces nouvelles techniques peuvent offrir. Évidemment, les forces du marché entrent en jeu pour éliminer cet obstacle à la diffusion en adaptant graduellement la technologie nouvelle de manière que les petites entreprises puissent l'utiliser profitablement. Le temps qui s'écoule avant qu'une innovation ait évolué suffisamment pour être adoptée par les petites entreprises et pour permettre aux utilisateurs d'en généraliser les applications est toutefois assez long. Ainsi, alors que les grandes compagnies d'assurance ont été parmi les premiers utilisateurs de l'informatique au Canada, l'industrie dans son ensemble a mis beaucoup de temps avant d'adopter résolument l'ordinateur. En 1969, soit environ 13 ans après la première application de cette technologie dans l'industrie, plus de 80 % des assureurs canadiens n'avaient pas encore adopté l'informatique.

Les causes du retard dans la diffusion de l'informatique

Notre étude ne nous a pas permis de déterminer avec précision les causes du retard observé dans la diffusion de cette innovation. Toutefois, nos résultats permettent de formuler, avec plus ou moins de fiabilité, un certain nombre de conclusions. Une enquête récente sur l'automatisation dans les agences d'assurance a montré que les deux principaux obstacles à l'adoption de l'informatique étaient l'insuffisance des logiciels et un soutien inadéquat de la part des fournisseurs[1]. Ce résultat concorde avec ceux d'autres études portant sur l'utilisation de l'informatique à ses débuts, qui ont fait ressortir que la disponibilité des logiciels constituait la principale entrave à la diffusion des techniques d'automatisation. La plupart des entreprises ne pouvaient pas justifier le coût du développement des logiciels appropriés, en raison notamment de la pénurie de programmeurs et d'analystes. Les programmes nécessaires étaient rarement disponibles sur le marché, surtout si l'assureur était le premier à offrir certains produits. Même lorsque des systèmes applicables étaient disponibles, les possibilités offertes du côté de la formation ou du soutien technique – dans le but d'aider les utilisateurs à se servir de ces systèmes – étaient limitées sinon inexistantes. Il va sans dire que cette lacune au chapitre du soutien et de la formation devait inévitablement réduire les avantages escomptés de l'automatisation, surtout parmi les petits utilisateurs éventuels[2].

Rien n'indique que les contraintes observées du côté de l'offre en matière de logiciels, de soutien technique et de matériel (dans le cas des mini-ordinateurs) soient attribuables à une faiblesse de la concurrence sur le marché. Les secteurs en cause dans l'industrie de l'informatique, notamment celui de la production de logiciels et celui des centres de traitement à façon, sont très concurrentiels. C'est au contraire l'incapacité des petites compagnies d'assurance à mettre en commun leurs besoins et à adapter la nouvelle technologie à l'échelle de leur exploitation de façon à pouvoir en tirer profit qui semble avoir constitué un des principaux facteurs responsables de la pénurie de techniciens qualifiés en informatique.

La difficulté de regrouper les demandes des petits utilisateurs semble elle-même être liée au phénomène de la différenciation des produits ainsi qu'à la volonté des entreprises de gérer leurs propres installations informatiques. Ces facteurs ont contribué à limiter la demande pour les progiciels uniformisés et les réseaux en exploitation commune. Comme nous l'avons signalé au chapitre précédent, ces facteurs ont encore des répercussions sur l'adoption de l'informatique par les agents d'assurance. Parmi les autres initiatives qui s'imposent pour aplanir les obstacles à l'adoption généralisée des réseaux informatiques au niveau des agents, notons la

nécessité de standardiser les débits des lignes d'interconnexion et celle d'évoluer vers un mode de traitement décentralisé pour qu'agents et courtiers puissent communiquer directement entre eux au lieu d'avoir à transiger par l'intermédiaire des sièges sociaux[3].

Retard de diffusion et imperfection du marché

Au chapitre 1, nous avons fait valoir que le bien-fondé d'une intervention de l'État dans un marché doit être évalué en fonction de la possibilité qu'un ou plusieurs facteurs empêchent ce marché de fonctionner à un niveau de production socialement efficient. Si une telle situation prévaut, il est alors possible d'envisager les perspectives d'amélioration qu'offrent les politiques de l'État.

Un examen des données disponibles sur les facteurs qui ont contribué à ralentir la diffusion de l'informatique dans l'industrie des assurances nous a permis de constater que certaines politiques qui semblaient exercer une influence sur le profil de diffusion de plusieurs innovations ne paraissent pas jouer un rôle significatif dans le cas présent. Par exemple, il n'est pas évident que la politique de concurrence aurait pu contribuer à modifier la réceptivité des assureurs à l'endroit de l'informatique, parce que l'industrie des assurances semble structurée de façon concurrentielle[4]. Nous avons noté à plusieurs reprises, dans la documentation sur le sujet, l'argument selon lequel la réglementation restrictive sur la concurrence dans l'industrie des télécommunications aurait pu nuire au développement des systèmes en temps partagé et à d'autres formes de systèmes de réseau en faisant augmenter le coût des lignes téléphoniques. Malheureusement, aucune donnée empirique ne nous permet d'évaluer la pertinence de cette critique. Néanmoins, la convergence observée entre l'informatique et les télécommunications devrait inciter les législateurs à être attentifs aux effets de la réglementation en matière de télécommunications sur la diffusion des services informatiques.

Nous n'avons relevé aucun indice à l'effet que le marché ne soit pas parvenu à diffuser suffisamment de renseignements sur la disponibilité de la technologie de l'informatique ou sur les besoins des utilisateurs éventuels. Comme nous l'avons déjà signalé, il semble plus important de se soucier des coûts inhérents à l'uniformisation des systèmes d'information et des gammes de produits. L'uniformisation exige la collaboration entre les compagnies et, parce que les avantages d'un réseau s'améliorent avec la venue d'autres utilisateurs, l'incitation négative qui en découle pour les participants éventuels pourrait bien être à l'origine d'une imperfection du marché.

La question de savoir si ce problème particulier justifie une intervention de l'État est cependant complexe. Lorsque la collaboration entre entreprises comporte des avantages manifestes, elle peut survenir volontairement, pourvu que les coûts de transaction ne soient pas prohibitifs. Lorsque les coûts sont relativement faibles, il est improbable qu'une intervention gouvernementale puisse améliorer l'affectation des ressources sur le marché en cause, même en présence de difficultés attribuables à des facteurs externes[5]. Lorsque les coûts de transaction sont élevés, l'intervention gouvernementale n'est préférable à la solution du marché que si la solution proposée par l'État permet d'abaisser ces coûts de transaction et que les coûts de l'intervention gouvernementale sont inférieurs aux avantages escomptés.

Dans le cas particulier de l'industrie des assurances, il est évident que les compagnies réalisent qu'elles doivent collaborer entre elles pour être en mesure de s'approprier les avantages de l'uniformisation et de la coordination. Par exemple, l'intérêt généralisé pour les questions touchant l'automatisation et l'interconnexion a amené des compagnies d'assurance, des agents et courtiers, ainsi que des associations appartenant à cette industrie (au Canada), à participer conjointement, par l'entremise du Centre d'étude de la pratique d'assurances, à la formulation de normes sur les réseaux d'agences et leur interface, tout comme cela s'est produit aux États-Unis par l'entremise de l'Institute for Insurance Research (IIR) et de l'Association for the Coordination of Record Development (ACORD)[6]. Tant le Centre d'étude de la pratique d'assurances (au Canada) que l'IIR et l'ACORD (aux États-Unis) travaillent à l'élaboration d'une norme industrielle qui permettra à tous les produits de s'adapter à un modèle d'information unique pour faciliter la transmission des données entre les divers systèmes auxquels sont reliés les agences, les courtiers et les compagnies.

De plus, un certain nombre d'assureurs importants ont pris des initiatives en vue de faire avancer la solution du problème de l'interface. Par exemple, la Prudentielle, Royal Insurance et Zurich ont chacune entrepris des projets, avec la collaboration de compagnies de bureautique, dans le but d'étudier les divers aspects du courrier électronique et de l'interconnexion des agences; elles ont par la suite uni leurs efforts et partagé leurs idées au sein d'un regroupement appelé l'Agency Interface Study Group. Vers la même époque, le Fireman's Fund et Kaysea Consultants unissaient leurs efforts pour tenter de mettre au

point un système de gestion des polices, le Brokerage Policy Management and Issuance System, destiné à être employé avec du matériel IBM. Le Fireman's Fund s'est, depuis, joint à l'Agency Interface Study Group[7].

L'importance réelle de la question des coûts de transaction et des facteurs qui inciteraient les participants éventuels à retarder leur adhésion au système – en regard de l'interconnexion des agences et des compagnies – n'est pas établie avec certitude. Le fait que le Centre d'étude de la pratique d'assurances ait été formé pour faire suite à l'Agency Company Operations Study, amorcée en 1972, donne une indication de la gravité du problème. Dix ans après le début de ces efforts de concertation, plus de 90 % des bureaux d'agents et de courtiers ne sont pas automatisés au Canada. Par contre, Clarke fait valoir dans « The Realities of Interface » que le Canada est dans une position relativement favorable pour réaliser l'interface. Plus exactement, 70 % de l'ensemble des primes au Canada sont enregistrées auprès de compagnies qui utilisent le Système de gestion des polices, un système conçu expressément pour l'équipement IBM. Par conséquent, les paramètres d'exploitation des différents assureurs se ressemblent sensiblement en raison de la structure du Système de gestion des polices et des directives du Surintendant des assurances. Il reste néanmoins à mettre au point un système répondant aux besoins des agences de courtage et des compagnies de moindre envergure.

Bref, bien que la question de l'interface et de l'uniformisation ait été déterminante dans la diffusion des techniques informatiques au sein de cette industrie, elle ne présente pas un cas très concluant d'imperfection du marché, qui seule pourrait justifier une intervention de l'État. Nous en retenons toutefois que, lorsque la réglementation gouvernementale a une incidence sur une industrie (par exemple, les directives du Surintendant des assurances), il faudrait prendre en considération les effets de cette réglementation sur le changement technologique[8]. Nous en tirons également la conclusion que, lorsque les grandes entreprises ne veulent pas (ou ne peuvent pas) prendre des initiatives pour favoriser la collaboration et l'adoption de normes communes sur un marché, alors les autorités gouvernementales pourraient avoir un rôle à jouer.

Bien que notre étude de l'adoption de l'informatique dans l'industrie des assurances n'ait pas mis en relief de lacunes du marché susceptibles de nous amener à formuler des recommandations précises quant à l'orientation des politiques dans ce domaine, il est néanmoins utile de considérer certains autres secteurs d'intervention gouvernementale qui pourraient avoir un lien avec le cas qui nous préoccupe ici et avec le phénomène du changement technologique en général.

L'éducation et la formation de la main-d'œuvre

En raison du rôle qu'ils jouent dans le financement de l'éducation (surtout au niveau de l'enseignement supérieur) et dans la prestation des programmes de formation de la main-d'œuvre, les divers paliers de gouvernement exercent une influence déterminante sur l'acquisition et la diffusion des compétences nouvelles au sein de la population. La pénurie de techniciens qualifiés dans des secteurs particuliers de l'économie peut constituer un obstacle à la diffusion de la nouvelle technologie, comme il semble que ce fut le cas pour l'adoption de l'informatique où, tel que mentionné précédemment, l'offre limitée d'analystes et de programmeurs a freiné la diffusion de ces techniques, notamment en gênant le développement et l'adaptation de logiciels[9].

Des études portant sur le marché du travail indiquent que la population étudiante inscrite à des programmes d'enseignement et de formation réagit (avec un certain décalage) aux changements qui surviennent dans les salaires relatifs au sein de l'économie. Par conséquent, les établissements d'enseignement et de formation pourraient, en principe, s'adapter à l'évolution des prix comme le font les organismes à but lucratif. En pratique, toutefois, les établissements d'enseignement ne réagissent pas rapidement à l'évolution de la demande de la population étudiante. En outre, les administrateurs scolaires ne prévoient pas plus rapidement que les étudiants les changements futurs dans la demande de compétences sur le marché du travail. Dans le domaine de l'enseignement de l'informatique, l'expérience a montré que les établissements du secteur public ont mis beaucoup de temps à répondre à la demande accrue pour les programmes de formation en informatique et les cours en ordinatique. La lenteur d'adaptation se manifeste de diverses façons, notamment par une demande excédentaire pour les places disponibles dans les collèges et les universités, ainsi que par l'augmentation rapide du nombre d'écoles privées spécialisées en informatique.

Une analyse des facteurs qui sont à l'origine de la rigidité des programmes d'enseignement dans le secteur public déborderait le cadre de la présente recherche. Qu'il suffise de signaler que les questions d'ancienneté et de sécurité d'emploi rendent extrêmement difficile la tâche de réaffecter une partie des fonds des départements où les inscriptions sont à la baisse au profit de ceux dont les effectifs augmentent. Il s'ensuit que pour augmenter la capacité de

formation dans certains domaines, il est souvent nécessaire de chercher à obtenir des fonds additionnels. Lorsque les revenus réels n'augmentent que lentement ou pas du tout, comme ce fut le cas au cours de la dernière décennie, il est difficile d'accroître les impôts pour financer l'expansion des services d'enseignement, surtout lorsque le contribuable réalise qu'il existe des surplus dans certains secteurs d'activité des établissements d'enseignement et que ces surplus pourraient servir à financer le développement des secteurs confrontés à une demande excédentaire.

La capacité de répondre rapidement à la demande de main-d'œuvre qualifiée semble être un élément indispensable pour que puissent s'opérer, à court terme, des changements importants dans les processus technologiques. Plusieurs études ont permis de constater que, bien qu'une évolution graduelle de la technologie ne pose aucune exigence particulière en matière de formation et de recyclage, un effort marqué pour améliorer sensiblement et rapidement le niveau technologique se traduit souvent par un accroissement de la demande pour les travailleurs hautement qualifiés, en particulier chez ceux qui possèdent une formation technique[10].

Le manque de souplesse que l'on observe dans le système d'enseignement public peut difficilement être compensé ou atténué par la seule action du système d'enseignement privé. Les établissements publics étant en mesure de réclamer des frais de scolarité moins élevés que ceux que doivent exiger les établissements privés, les investisseurs sont extrêmement réticents à s'engager dans ce marché[11]. Il est vrai néanmoins que, de temps à autre, des entrepreneurs font une percée dans le domaine de l'enseignement. Mais les établissements privés sont ordinairement très spécialisés et ne visent que des segments restreints du marché de l'éducation. De plus, il arrive souvent que les cours offerts par les établissements d'enseignement privé ne soient pas dispensés dans les établissements publics, ou que l'on ne s'attende pas à ce qu'ils le soient. L'essor rapide des écoles privées spécialisées en informatique et en gestion témoigne de la lenteur à réagir des établissements d'enseignement public.

Les investissements faits par le secteur privé dans le domaine de l'informatique montrent que les intéressés s'attendent à ce que la réaction des écoles publiques soit lente à venir. Signalons toutefois que les écoles privées qui se spécialisent en informatique et en gestion offrent surtout des programmes de base, par exemple, des cours d'introduction aux langages de programmation et aux progiciels[12]. Il est peu probable que les établissements privés offrent une formation avancée en ordinatique et en techniques des systèmes, c'est-à-dire le genre de formation qui aurait permis, au début du processus d'adaptation de la technologie de l'ordinateur, d'éliminer les contraintes au développement des logiciels et des systèmes. Ce genre de formation avancée exige souvent des investissements à long terme, notamment dans des immobilisations coûteuses, qui pourraient perdre leur valeur si le gouvernement décidait d'accaparer ce champ de formation.

Dans un certain nombre de domaines techniques, des sociétés privées offrent à leurs employés des programmes de formation et de recherche. Il faut répéter toutefois que ces programmes de formation ne remplacent probablement pas de façon adéquate les programmes réguliers offerts par les établissements d'enseignement. D'une part, la formation dispensée risque d'être axée sur les besoins particuliers de l'entreprise. Les compétences acquises n'augmenteront donc pas beaucoup la mobilité des employés. D'autre part, il est probable que la formation porte surtout sur certaines applications de routine plutôt que sur des techniques plus théoriques de résolution des problèmes. C'est cependant ce dernier type de formation qui est susceptible de produire les travailleurs qualifiés dont on a besoin pour que s'opèrent les changements technologiques.

Considérations politiques pertinentes

Bien que notre évaluation soit peut-être trop subjective et trop anecdotique, le cas de l'informatique semble démontrer combien il est important que le système d'enseignement soit adapté aux exigences du processus de diffusion de la technologie. D'autres auteurs ont déjà avancé l'idée que la diffusion d'une innovation est souvent tributaire de la disponibilité de certains intrants ou éléments complémentaires[13]. Le processus d'adoption de l'informatique se caractérise peut-être par le fait qu'il reposait dans une large mesure sur l'apport de ressources humaines spécialisées, surtout au début. Cette caractéristique continuera peut-être de se manifester dans le domaine de l'informatique, ainsi que dans certains secteurs connexes comme les télécommunications[14]. C'est pourquoi les établissements qui contribuent à améliorer l'élasticité de l'offre de travailleurs qualifiés pourraient jouer un rôle déterminant dans l'accélération du processus de diffusion.

Une mauvaise planification ou une gestion inefficace des ressources affectées à l'éducation nuiront à coup sûr aux efforts déployés par la société pour améliorer l'élasticité de l'offre des groupes professionnels qualifiés. Une des leçons à tirer de notre étude du processus de diffusion de l'informatique pourrait donc être d'accorder plus d'importance à

l'élaboration de politiques et à la création de structures organisationnelles qui permettraient davantage à nos établissements d'enseignement de prévoir les besoins en main-d'œuvre qualifiée et de s'ajuster en conséquence.

On ne peut certes être très optimistes quant à la capacité des planificateurs du monde de l'enseignement de prévoir, avec une certaine précision, les pénuries de main-d'œuvre qualifiée qui risquent de se produire. Il faut dire que les planificateurs du secteur privé pourraient avoir autant de difficulté à faire des prévisions justes dans ce domaine. Il semblerait donc approprié que les autorités favorisent une mobilité transfrontalière assez grande pour ce qui est de la main-d'œuvre qualifiée et des éléments qui pourraient constituer une solution de remplacement à cet égard. Les politiques qui visent à limiter le mouvement transfrontalier des données et des services informatiques sont, par conséquent, tout à fait incompatibles avec l'objectif d'accroître l'élasticité de l'offre des facteurs de production dans ce secteur de l'économie. Le même principe s'applique dans le cas d'autres secteurs de pointe, comme celui des communications par satellite ou par radio cellulaire et celui de la bio-technologie. Il va sans dire que des politiques protectionnistes, surtout celles qui visent la main-d'œuvre qualifiée, ralentiront presque inévitablement le processus d'adoption.

Dans les pays industrialisés à économie de marché, les initiatives prises le plus couramment par les gouvernements pour favoriser le progrès technique sont concentrées principalement aux premiers stades du processus de changement technologique. Parmi ces initiatives, notons : 1) l'aide au développement des techniques qui pourront avoir une importance fondamentale pour le progrès industriel futur; 2) l'octroi d'une aide directe aux entreprises, sous forme de subventions ou de contrats, pour réduire le coût des innovations et favoriser les projets comportant des risques sur le plan technique; 3) les programmes destinés à venir en aide aux inventeurs ou à certaines nouvelles entreprises aux premiers stades du processus d'innovation; et 4) les initiatives permettant d'atténuer les effets découlant du déplacement des travailleurs par suite de l'adoption d'innovations[15].

Pour ce qui est de l'évolution des technologies dans les secteurs d'activité civils, les gouvernements ont ainsi eu tendance à favoriser l'innovation, mais sans chercher à déterminer quelles innovations étaient nécessaires ni à les produire[16]. Bien que cette orientation semble conforme à ce que préconisent en général les économistes, on peut faire valoir qu'une stratégie quelque peu différente serait indiquée dans le cas du Canada. Parce que les Canadiens ont accès à plusieurs des découvertes scientifiques faites dans les autres pays, une politique axée sur la recherche fondamentale et la recherche appliquée de nature très spécialisée, en vue de produire des innovations hautement risquées sur le plan technique, ne semble pas constituer la meilleure façon d'affecter les ressources dans un pays d'envergure modeste.

Il faut ajouter que l'adoption de certaines innovations, surtout aux premiers stades, requiert souvent d'apporter des modifications importantes au produit ou au concept original. Dans de nombreux cas, des innovations complémentaires sont mises au point. Le processus d'adoption comporte donc des risques et, dans une certaine mesure, il fait intervenir des facteurs externes de la même manière que les activités de recherche et de développement. En outre, les besoins particuliers des utilisateurs signifient souvent qu'on ne peut appliquer globalement le modèle d'adoption observé dans d'autres pays ou encore que ces emprunts ne contribuent pas tellement à faciliter la diffusion de l'innovation sur le marché intérieur. Dans cette perspective, les arguments que l'on peut invoquer en faveur d'un soutien gouvernemental à la recherche et au développement par rapport à un soutien axé sur le processus de diffusion ne diffèrent souvent que pour une question de degré[17]. Par conséquent, il se peut que les appels en faveur de l'intervention des gouvernements dans la création et le soutien d'un réseau d'associations de recherche industrielle qui servirait à faciliter le transfert de la technologie aux entreprises de fabrication et de services constituent un bon moyen de corriger certaines imperfections du marché[18], notamment si des problèmes attribuables aux coûts de transaction ou à des facteurs de désincitation empêchent le marché d'apporter une solution efficiente au défi de la miniaturisation et de l'adaptation des innovations.

Conclusion

La grande similarité des modalités d'adoption de l'informatique dans l'industrie des assurances au Canada et aux États-Unis mérite d'être signalée, étant donné que l'on considère généralement que le Canada accuse un retard prononcé au plan de la diffusion. Bien que ce point ait été mis en relief dans un certain nombre d'études portant sur des innovations manufacturières, le phénomène n'était pas aussi clair dans le cas de l'adoption de l'informatique par des entreprises du secteur des services[19]. Pour être plus précis, soulignons que les grands magasins et les hôpitaux ont adopté l'informatique plus rapidement aux États-Unis qu'au Canada, tandis que ce fut le contraire dans le cas des bibliothèques et des grossistes en alimentation. De plus, les données disponibles ne permettent pas d'affirmer que les

filiales étrangères faisant affaire au Canada adoptent les nouvelles techniques plus rapidement que les entreprises de propriété canadienne. Par exemple, cela n'a pas été le cas pour les machines-outils à contrôle numérique.

Globalement, les données dont nous disposons semblent indiquer que des facteurs environnementaux, outre la nature de l'innovation en cause, jouent un rôle beaucoup plus déterminant en regard du profil de diffusion que la question de la propriété. Ainsi, dans le cas de l'industrie des assurances, le marché a une structure concurrentielle tant aux États-Unis qu'au Canada. En outre, la répartition des entreprises en fonction de la taille est comparable dans les deux pays, sauf qu'il existe de très grandes compagnies aux États-Unis. Cependant, comme les avantages nets de l'adoption de l'informatique semblaient ne plus augmenter au-delà d'une certaine taille, la distribution plus asymétrique des entreprises aux États-Unis n'a apparemment eu aucune influence sur la vitesse d'adoption relative de cette innovation. Il faut rappeler également que les contraintes au niveau des logiciels et de la conception des systèmes ont fait sentir leurs effets dans les deux pays.

En résumé, l'expérience observée dans l'industrie des assurances en rapport avec l'adoption de l'informatique ajoute du poids à l'idée que les autorités devraient mettre l'accent sur les facteurs environnementaux dans la formulation des politiques destinées à accélérer le changement technologique. Il ressort également de cet examen que les questions relatives à la propriété étrangère et aux investissements étrangers directs ne semblent pas poser de préoccupation particulière en regard de l'évolution des techniques dans le secteur des services au Canada.

Appendice

Appendice

Ordinateurs installés dans des compagnies d'assurance, au 1er mai 1969

Province/ville	Nom de l'utilisateur	Modèle d'ordinateur	Date de livraison
Colombie-Britannique			
Vancouver	Fidelity Life Assurance Company	UNI 9200	1968
	SAFECO Insurance Group	IBM 360/20	1967
	Canadian Indemnity Company	IBM 1401	1965
	Canadian Premier Life Insurance Company	IBM 360/20	1966
	Great-West Life Assurance Company	IBM 306/50	1967
		IBM 7070	1962
		IBM 1401	1962
Manitoba			
Winnipeg	Monarch Life Assurance Company	IBM 360/20	1967
	Reed Shaw-Osler	IBM 360/20	1967
	Wawanesa	IBM 1401G	1963
Ontario			
Brantford	Canadian Order of Foresters	IBM 360/20	1967
Kingston	Empire Life Insurance Company	IBM 360/30	1967
London	London Life Insurance Company	IBM 360/30	1965
		IBM 360/50	1966
		IBM 360/65	1969
		IBM 1401	1961
		IBM 7074	1963
		IBM 1401	1961
	Northern Life Assurance Company of Canada	IBM 360/40	1969
Ottawa	Metropolitan Life Insurance Company	HON 800	1962
		HON 800	1967
		HON 200	1963
		HON 125	1967
		IBM 360/20	1967
Owen Sound	Co-Operators Insurance Association	UNI 1005	1968
		UNI 1040	1966
Toronto	Anglo Canadian Fire and Casualty	IBM 360/20	1968
	Canada Life Assurance Company	IBM 360/40	1966
		IBM 1401	1968
		IBM 1401	1961
		IBM 7074	1962
	Canadian Surety Company	IBM 360/20	1967
	Canadian Underwriter's Association	IBM 360/30	1966
	Combined Insurance Company of America	IBM 360/20	1966
	Confederation Life Insurance Association	IBM 360/20	1967
		IBM 705	1958
		IBM 360/50	1967
	Continental Casualty Company	IBM 360/20	1967
	Crown Life Insurance Company	IBM 360/50	1967
		IBM 1401	1961
		IBM 7070	1960
	Dominion of Canada General Insurance Company	IBM 360/30	1967
	Excelsior Life Insurance Company	IBM 360/40	1967
	Guardian Union Group of Insurance Companies	IBM 360/30	1967
	Halifax Insurance Company	IBM 360/20	1967

Appendice (fin)

Province/ville	Nom de l'utilisateur	Modèle d'ordinateur	Date de livraison
	Imperial Life Assurance Company of Canada	IBM 360/40	1966
	Independent Order of Foresters	IBM 360/40	1967
		IBM 1440	1967
	INSCO Systems Corporation	IBM 360/30	1967
	Manufacturers Life Insurance Company	IBM 1401	1962
	Mutual of Omaha Insurance Company	HON 200	1966
	National Life Assurance Company of Canada	IBM 360/30	1967
	North American Life Assurance Company	IBM 1401	1963
	Phoenix of London	IBM 360/30	1968
	Prudential Insurance Company of Canada	IBM 360/40	1968
	Traders Group Limited	IBM 360/30	1966
	United Investments Limited	IBM 360/30	1967
	Zurich Insurance Company	IBM 360/30	1966
Waterloo	Dominion Life Assurance Company	IBM 360/40	1966
	Equitable Life Insurance Company of Canada	IBM 360/30	1966
	Mutual Life Assurance Company of Canada	IBM 7070	1962
		IBM 1401	1962
		IBM 360/65	1968
	North Waterloo Farmers Mutual Insurance Company	IBM 360/20	1969
Québec			
Lévis	Fédération des Caisses populaires Desjardins	IBM 1401	1966
	L'Assurance-Vie Desjardins	IBM 360/30	1967
Montréal	Aeterna-Vie Compagnie d'Assurance	UNI SS-90	1962
	Alliance Mutual Life Insurance Company	IBM 360/20	1968
	Les prévoyants du Canada	IBM 360/30	1968
	Commercial Union Life	IBM 360/30	1966
	Monitor Underwriting Management Limited	HON 120	1967
	Prudential Assurance Company Limited	IBM 360/40	1966
	Royal Exchange Assurance	IBM 1410	1963
	Standard Life Assurance Company	IBM 360/30	1968
	Sun Life Assurance Company of Canada	IBM 360/65	1968
Québec	Cie d'Assurance du Club Auto de Québec	IBM 1401	1962
	Industrial Life Insurance Company	IBM 360/40	1966
Saint-Hyacinthe	Groupe Commerce Assurance	IBM 360/30	1967
Saskatchewan			
Régina	Saskatchewan Government Insurance	BUR 500	1964

Abréviations

BUR : Burroughs
HON : Honeywell Controls
IBM : International Business Machines
UNI : Univac

SOURCE *Canadian Insurance*, septembre 1969.

Notes

CHAPITRE 1

1 Pour des estimations récentes, voir Edward F. Denison, « Explanations of Declining Productivity Growth », *Survey of Current Business*, août 1979. L'apport exact du changement technologique et d'autres éléments du « résidu » de la productivité a fait l'objet d'un vif débat dont nous ne nous préoccuperons pas dans le présent document. Pour un aperçu de ce débat, voir Frank Gollop et Dale Jorgenson, « U.S. Productivity Growth by Industry, 1947-73 », dans *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, J. W. Kendrick et B. Vaccara, éds., New York, National Bureau of Economic Research, 1980.

2 Il existe évidemment des exceptions à cet énoncé, dont l'industrie des services de traitement des données et l'industrie des télécommunications.

3 Pour une étude approfondie des questions pertinentes, voir *Production and Productivity in the Service Industries*, Studies in Income and Wealth, nº 34, Victor Fuchs, éd., New York, Columbia University Press, 1969.

4 Voir l'ouvrage de Steven Globerman, *L'informatique dans le secteur tertiaire*, Conseil économique du Canada, Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1981.

5 Pour une analyse de ces hypothèses, voir l'ouvrage de Joan Bodoff, *The Effect of Innovation on Productivity in the Service Industries*, Département du Commerce des États-Unis, Springfield (Virginie), National Technical Information Service, 1975.

6 Pour une description des premières modalités d'utilisation du traitement électronique des données dans l'industrie des assurances, voir « Office Automation in the Insurance Industry », *Monthly Labor Review*, Département du Travail des États-Unis, vol. 88, novembre 1965.

7 Dans un chapitre ultérieur, nous traiterons plus en détail de l'évolution de l'utilisation du traitement électronique des données dans l'industrie des assurances.

8 Ces données et d'autres présentées dans cette section sont tirées de la publication de Statistique Canada, *Institutions financières*, Ottawa, Approvisionnements et Services Canada, 1983. Comme l'a signalé un critique, le revenu des polices d'assurance-vie comprend les contributions à l'égard de rentes viagères et la tranche d'épargne contenue dans les primes de vie entière, de sorte que « le revenu » englobe la part de l'accroissement de l'actif qui revient aux assurés; ceci équivaudrait à considérer que l'augmentation des dépôts fait partie des revenus d'une institution bancaire. Le même obeervateur estime qu'il serait plus approprié de comparer des valeurs ajoutées. Bien que cette critique soit fondée, la question de la définition qu'il convient de donner au « revenu » des institutions financières déborde le cadre de notre étude.

9 Ce chiffre exclut l'assurance-acccident et l'assurance-maladie, de même que les assurances émises par des compagnies gouvernementales.

10 Voici les trois plus importants organismes provinciaux d'assurances : l'Insurance Corporation of British Columbia, la Saskatchewan Government Insurance Office et la Manitoba Public Insurance Corporation.

11 En 1979, l'actif total des secteurs de l'assurance-accident et de l'assurance-maladie des compagnies d'assurance-vie, ainsi que les fonds en réserve, s'élevaient à environ 7 milliards de dollars.

12 Avant ces dates, les compagnies d'assurance du secteur privé offraient des assurances de soins de santé. Bien que certains régimes privés d'assurance-maladie aient été maintenus après l'entrée en vigueur des régimes gouvernementaux d'assurance-hospitalisation et d'assurance de soins médicaux, ils sont pratiquement disparus après quelques années.

13 Pour une étude de l'adoption des ordinateurs dans le secteur hospitalier et, accessoirement, du rôle des ministères provinciaux de la santé à cet égard, voir Globerman, *L'informatique dans le secteur tertiaire*.

14 Pour une revue récente de la documentation sur la diffusion des innovations, voir l'article de Bela Gold, « Technological Diffusion in Industry: Research Needs and Shortcomings », *The Journal of Industrial Economics*, vol. XXIX, mars 1981, pp. 247-271; et l'ouvrage de K. McMullen, « A Model of Lag Lengths for Innovation Adoption by Canadian Firms », Conseil économique du Canada, Document de travail nº 216, Ottawa, mai 1982.

15 Certaines études empiriques pertinentes sont analysées dans l'ouvrage de Edwin Mansfield et coll., *The Production and Application of New Industrial Technology*, New York, Norton and Company, 1977, chapitres 6 et 7.

16 Voir, par exemple, Edwin Mansfield et coll., *Research and Innovation in the Modern Corporation*, New York, Norton and Company, 1971.

17 Parmi les études pertinentes sur ce sujet, notons celle de Gold, « Technological Diffusion », celle de N. Rosenberg, « Factors Affecting the Diffusion of Technology », *Explorations in Economic History*, vol. 10, automne 1972, pp. 3-33; et celle de D. Mowery et N. Rosenberg, « The Influence of Market Demand upon Innovation: A Critical Review of Some Recent Empirical Studies », *Research Policy*, vol. 8, 1979, pp. 102-153.

18 Robert Peterson, William Rudelius et Glenn Wood, « Spread of Marketing Innovations in a Service Industry », *The Journal of Business*, vol. 45, octobre 1972, pp. 485-496.

19 D. L. McQueen et J. R. Savary, « Economic Significance of the Computerization of Deposit-Taking Institutions in Canada », Conseil économique du Canada, Document de travail nº 87, Ottawa, 1977.

20 Voir Globerman, *L'informatique dans le secteur tertiaire*.

21 Ainsi, dans une perspective de politique publique, les fusions d'entreprises dans le secteur des services sont (dans certains cas) soumises à l'influence directe ou indirecte des autorités gouvernementales. L'effet de ces fusions sur le nombre et la taille des entreprises ainsi que sur la concurrence au sein d'une industrie peuvent influer indirectement mais significativement sur le processus de diffusion.

22 Pour une analyse portant sur plusieurs de ces études, voir Steven Globerman, *U.S. Ownership of Firms in Canada*, Montréal, Institut de recherches C. D. Howe, 1979.

23 Les arguments théoriques sont évalués dans D. F. McFetridge, *Government Support of Scientific Research and Development: An Economic Analysis*, Conseil économique de l'Ontario, étude nº 8, Toronto, University of Toronto Press, 1977. Des données empiriques récentes sont présentées dans l'article de Edwin Mansfield et coll., « Social and Private Rates of Return from Industrial Innovations », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 91, mars 1977, pp. 221-240.

24 La possibilité que la concurrence entre les entreprises donnera lieu à un taux d'adoption des innovations « trop rapide » pour le bien de la société est analysée dans l'ouvrage de Morton Kamien et Nancy Schwartz, *Market Structure and Innovation*, Cambridge, Cambridge University Press, 1982. Dans la plupart des cas, il faudra se demander si l'adoption d'une innovation s'effectuera plus lentement que ce qui s'avère socialement optimal.

25 Les conséquences de changements même relativement peu importants dans les prix des facteurs complémentaires sur les avantages nets découlant de l'adoption d'innovations dans le secteur agricole sont analysées dans l'article de Gershon Feder, « Adoption of Interrelated Agricultural Innovations: Complementarity and the Impacts of Risk, Scale and Credit », *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 64, février 1982, pp. 94-101. Un argument similaire est avancé pour les industries manufacturières dans l'ouvrage de Nathan Rosenberg, *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press, 1982.

CHAPITRE 2

1 L'informatique a été introduite dans l'industrie des assurances aux États-Unis deux ans plus tôt qu'au Canada. Voir W. S. Bagby, « Automation in Insurance », *Journal of Insurance*, 1957; et R. Brown Hunt, « Office Automation », *Best's Life Review*, septembre 1960, p. 40.

2 Voir Globerman, *L'informatique dans le secteur tertiaire*.

3 Voir McQueen et Savary, *Economic Significance of the Computerization of Deposit-Taking Institutions in Canada*.

4 Voir Globerman, *L'informatique dans le secteur tertiaire*.

5 Ministère du Travail, *L'ordination électronique au Canada*, Ottawa, Imprimeur de la Reine, décembre 1960, p. 8.

6 Ministère du Travail, *L'ordination électronique au Canada*, Ottawa, Imprimeur de la Reine, décembre 1962, p. 6.

7 Département du Travail des États-Unis, *Technological Trends in Major American Industries*, bulletin nº 1474, Washington, U.S. Government Printing Office, février 1966.

8 Voir Michael Steeler, « Automation 69 », *Canadian Insurance*, septembre 1969, p. 10.

9 Le processus de diffusion entre les entreprises variait selon les sous-secteurs de l'industrie. Plus précisément, 28 % de toutes les compagnies d'assurance-vie enregistrées étaient automatisées, contre 6,5 % de toutes les compagnies d'assurance générales.

10 À titre de comparaison, on a estimé que, dès 1958, plus de 1 000 ordinateurs de grande taille étaient utilisés aux États-Unis; voir Département du Travail des États-Unis, *Technological Trends*, p. 8.

11 Comme il ressort du tableau 2-2, ce sont les compagnies d'assurance qui comptaient pour la plus grande part du temps d'utilisation des ordinateurs dans le secteur des finances et des assurances, tel que rapporté au tableau 2-3.

12 Voir Ministère du Travail, *L'ordination électronique au Canada*, 1961.

13 Voir Département du Travail des États-Unis, « Office Automation in the Insurance Industry », *Monthly Labor Review*, vol. 88, novembre 1965.

14 *Ibid.*, p. 1314.

15 *Ibid.*, p. 1315.

16 Voir « Instant Information », *Best's Fire and Casualty Review*, juillet 1965, p. 45. Signalons que la première application effectuée par la compagnie Continental ne portait que sur quatre terminaux situés au siège social de l'entreprise à Chicago.

17 Tant les logiciels plus complexes que les séries plus courtes traduisent le fait qu'il existe un plus grand nombre de types de polices dans l'assurance des biens et l'assurance-responsabilité, en raison de la diversité des lois provinciales sur les tarifs et la vente.

18 Pour une analyse détaillée des aspects économiques de l'informatique à ses débuts, voir George E. Delehanty, « L'ordinateur et la structure des compagnies d'assurance : Étude de l'environnement économique interne et externe », dans Charles A. Myers, éd., *The Impact of Computers on Management*, Cambridge, MIT Press, 1967.

19 Les compagnies d'assurance qui étaient automatisées à cette date au Canada sont énumérées dans la revue *Canadian Insurance*, mai 1969, p. 10.

20 Voir Steven Globerman, « New Technology Adoption in the Canadian Paper Industry », *Industrial Organization Review*, vol. 4, 1976, pp. 5-12, et « Technological Diffusion in the Canadian Tool and Die Industry », *The Review of Economic Statistics*, vol. 57, novembre 1975, pp. 428-434. Des données plus concluantes ressortent d'une analyse portant sur 1 382 transferts de technologie, qui a révélé que les sociétés multinationales sont l'un des intermédiaires les plus efficaces pour importer au Canada des technologies nouvelles, complexes et coûteuses à élaborer. Voir D. G. McFetridge, « The Choice of Technology Transfer Mechanism », rapport préparé pour le Conseil économique du Canada, Université Carleton, Ottawa, 1981, document reprographié.

21 La liste provient de l'ouvrage *EDP Hardware and Software Utilization in Life Insurance Companies*, Life Office Management Association, New York, LOMA Publications, juin 1974.

22 En réalité, nous avons supposé qu'il était improbable que les activités informatiques soient interrompues définitivement après une première expérience d'automatisation.

23 L'échantillon comprenait 37 compagnies d'assurance-vie automatisées. Signalons que le pourcentage des compagnies automatisées dans notre échantillon (environ 36 %) est supérieur à leur pourcentage dans la population (environ 30 %). Notre échantillon pourrait donc être légèrement biaisé en faveur des grandes entreprises, une hypothèse plausible puisqu'il se peut que de très petites entreprises ne soient pas membres de l'Association canadienne des compagnies d'assurance-vie.

24 Un paramètre *t* apparaît entre parenthèses sous chaque coefficient. $\bar{R}^2$ représente le coefficient de détermination rajusté (en fonction des degrés de liberté).

25 Cette méthode est décrite dans 0. Ashenfelter, « Some Statistical Difficulties in Using Dummy Dependent Variables », dans Bowen et Finegan, éds., *The Economics of Labor Force Participation*, Princeton, Princeton University Press, 1969, pp. 644-648; et J. Johnston, *Econometric Methods*, New York, McGraw-Hill, 1963, pp. 224-228.

26 Pour une analyse de ce point, voir D. R. Cox, *Analyse des données binaires*, Londres, Methuen and Company Ltd., 1970. La variance de la variable dépendante dans l'équation 1(*a*) est de 0,24.

27 Les ratios asymptotiques *t* sont présentés entre parenthèses sous chaque coefficient; *LN LKLHD* est le rapport de vraisemblance logarithmique (naturelle).

28 Signalons que les résultats de l'équation 1(*b*) correspondent assez bien aux résultats (non rapportés) obtenus en utilisant les moindres carrés généralisés pour estimer l'équation 1.

29 Voir N. C. Robertson, *Science Policy in the United States*, Washington, U.S. Government Printing Office, 1980, p. 183.

30 L'interprétation que fait Robertson des données sur la diffusion l'amène à faire valoir que, même s'il doit exister une « taille minimale » des entreprises, les très grandes compagnies ne sont pas plus susceptibles d'introduire de nouvelles technologies que les compagnies de taille moyenne (voir *Science Policy*, p. 83).

31 Voir « Survey of Data Processing Resources, 1978 », Insurance Accounting and Statistical Association, Washington, document reprographié, 1979.

CHAPITRE 3

1 Pour une description d'un de ces premiers réseaux, voir *Best's Fire and Casualty Review*, octobre 1965, p. 84.

2 Signalons qu'au début, le réseau informatique de la compagnie Continental ne reliait que six succursales locales au siège social.

3 Voir Département du Travail des États-Unis, *Technological Trends*.

4 Voir *Canadian Insurance*, septembre 1969, p. 43.

5 Lawrence Welsh, « Robitaille Sees EDP Speeding Trend to Unity », *The Globe and Mail*, le 26 novembre 1981, p. B2.

6 Voir Life Office Management Association, « Insurance Information Processing: A Look at Our Future », New York, document reprographié, 1975.

7 On trouvera, dans l'ouvrage précité, une étude exhaustive de la notion du réseau à valeur ajoutée.

8 Voir Christopher Markwell, « Automation Information », *Canadian Underwriter*, avril 1982, p. 38.

9 La pente de l'ajustement de la fonction exponentielle (habituellement, une fonction logistique) aux données fournirait une estimation de la vitesse globale de diffusion dans l'industrie.

10 Voir Life Office Management Association, *EDP Hardware and Software Utilization*.

11 Cette constatation a été signalée dans un certain nombre d'études. Voir, par exemple, A. A. Romeo, « Interindustry and Interfirm Differences in the Rate of Diffusion of an Innovation », *Review of Economics and Statistics*, vol. 57, août 1975.

12 Voir Life Office Management Association, *EDP Hardware and Software Utilization*. Cet échantillon ne

comprend donc que les compagnies possédant des ordinateurs.

13 Les valeurs exprimées en dollars canadiens ont été converties en dollars US en utilisant la moyenne des taux de change de 1969 et de 1973.

14 Pour une analyse de ces points, voir D. J. Doyle, « The Business Mini Comes of Age », *Canadian Datasystems*, juin 1973, pp. 21-22. Selon un observateur du processus de diffusion de la troisième génération d'ordinateurs, le développement des techniques d'analyse des systèmes de gestion et des logiciels des systèmes intégrés de contrôle de la gestion ont accusé un retard sur l'évolution du matériel. Celui-ci soutient en outre que la principale source d'incertitude technique à l'époque était la possibilité que les logiciels disponibles puissent s'avérer inappropriés ou inadéquats, malgré ce que prétendaient les fournisseurs. Voir C. J. Sutton, « The Effect of Uncertainty on the Diffusion of Third Generation Computers », *Journal of Industrial Economics*, vol. XXIII, juin 1975, pp. 273-280.

15 Les ententes « clés en main », offertes par les fabricants d'ordinateurs, comprenaient des systèmes d'exploitation, des programmes ainsi que des services de formation et de soutien, à la programmation. Les contraintes inhérentes à l'élaboration des logiciels et des systèmes n'existaient pas seulement dans le secteur des assurances. C'est ce qui expliquerait les retards observés dans les applications informatiques dans certains des secteurs examinés dans l'étude que j'ai réalisée antérieurement pour le compte du Conseil économique.

16 Dès 1972, un expert-conseil réputé faisait remarquer que, lorsque nous disposerons de logiciels adéquats capables d'assurer toutes les fonctions comptables d'une tabulatrice électronique sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à la programmation et à du personnel spécialisé dans le traitement des données, le mini-ordinateur sera beaucoup plus concurrentiel sur le marché des machines automatisées. Voir Duane E. Sharp, « A Hard Look at Minis and EAM's », *Canadian Datasystems*, vol. 4, juillet 1972, pp. 28-29. La disponibilité limitée des logiciels s'est surtout fait sentir dans le domaine des applications commerciales. Voir John Crawford, « Try a Little Imagination », *Canadian Datasystems*, juin 1973.

17 Voir Phillip R. Hughes, « Mini-computers: What, When, How and Why », dans *Proceedings of the Insurance and Accounting and Statistical Association, 1976*, Durham (Caroline du Nord), IASA, 1976.

18 Voir Life Office Management Association, *Minicomputer Utilization in Life Insurance Companies*, New York, LOMA, octobre 1976.

19 *Ibid.*

20 Voir Donald H. Sanders, « EDP Experiences of Small Companies », *Best's Life News*, novembre 1965.

21 D'après une étude récente, moins de 1 % des professionnels de la santé au Canada ont fait l'acquisition de systèmes informatiques « maison », comparativement à environ 5 ou 6 % aux États-Unis et à plus de 20 % en France. Voir Ben Fiber, « Apprehension Is Holding Up Computer Use », *The Globe and Mail*, septembre 1982, p. B4.

22 Une analyse exhaustive de ces questions et d'autres liées à la gestion des réseaux se trouve dans « On-Line Data Communications and Processing Systems in the Insurance Industry », Frost and Sullivan Inc., New York, mars 1979, document reprographié.

23 Voir McQueen et Savary, *Economic Significance of the Computerization of Deposit-Taking Institutions in Canada*.

24 Voir « The Impact of Automation on Independent Insurance Agencies », *Best's Review*, vol. 83, n° 9, janvier 1983, pp. 58-63. Il ressort également de l'enquête que les entreprises automatisées ont tendance à avoir une plus grande taille et à croître plus rapidement que la moyenne.

25 Par ailleurs, la difficulté de regrouper la demande était due aux besoins spécifiques des utilisateurs et aux coûts inhérents à l'uniformisation des opérations d'un grand nombre d'entreprises.

CHAPITRE 4

1 Voir « The Impact of Automation on Independent Insurance Agencies ».

2 Voir James F. Foley, « Issues in the 1980's », *Best's Review*, vol. 83, n° 7, novembre 1982, pp. 75-76.

3 Voir Christopher Markwell, « Automation Information », *Canadian Underwriter*, juin 1982, p. 53.

4 Par exemple, la part de l'ensemble des primes touchées, en 1980, par les quatre plus importantes compagnies d'assurance de biens et d'assurance-responsabilité était d'environ 17 %.

5 Ce postulat a été avancé la première fois dans Ronald Coase, « The Problem of Social Cost », *Journal of Law and Economics*, 1961.

6 Ces efforts sont décrits dans Markwell, « Automation Information ».

7 Ces activités sont analysées dans Ken H. J. Clarke, « The Realities of Interface », *Canadian Underwriter*, mai 1982, pp. 21-22.

8 Bien que cette question ne se soit pas posée dans le cas de l'industrie des assurances, on peut imaginer que les efforts concertés des entreprises offrant des services de traitement à façon pour uniformiser leurs produits pourraient poser des difficultés aux termes des modifications apportées à la Loi relative aux enquêtes sur les coalitions. Il pourrait donc s'avérer nécessaire, dans l'avenir, de concilier la promotion du changement technologique et les objectifs de la politique de concurrence.

9 Nous ne prétendons pas qu'aux premiers stades de la miniaturisation, c'était là le seul ni même le plus important obstacle à l'élaboration des logiciels et des systèmes.

10 Pour une analyse de certaines de ces études, voir Steven Globerman, « The Relationship between Education and Adaptability to Technological Change »,

Université Simon Fraser, document reprographié, 1984.

11 En fait, parce qu'ils ont accès à l'assiette de l'impôt et qu'ils ne sont pas soumis à la Loi relative aux enquêtes sur les coalitions, les établissements d'enseignement du secteur public peuvent recourir à des pratiques prédatrices, sans compter les préoccupations habituelles au sujet des facteurs externes dans le système d'enseignement – qui impliquent des prix artificiellement élevés sur le marché des services éducatifs.

12 Ainsi, de nombreuses écoles offrent des cours en traitement de textes, en cartes multizones et en micro-informatique appliquée aux bases de données.

13 Voir Rosenberg, *Inside the Black Box*, chapitre 3.

14 On peut considérer que des percées technologiques comme l'intelligence artificielle et les ordinateurs compatibles avec la voix humaine représentent des efforts à long terme visant à réduire l'importance des ressources humaines qualifiées comme facteur complémentaire à l'innovation en informatique. Toutefois, ces percées ne se réaliseront pas sans le concours de scientifiques et d'ingénieurs hautement qualifiés.

15 Voir Paul Horowitz, « Direct Government Funding of Research and Development: Intended and Unintended Effects on Industrial Innovation », dans Christopher T. Hall et James Utterback, éds., *Technological Innovation in a Dynamic Economy*, New York, Pergamon Press, 1980.

16 Horowitz, « Direct Government Funding », p. 287.

17 Il faut éviter de supposer une trop grande dichotomie entre l'aide à la recherche et au développement et l'aide à la diffusion parce qu'une partie importante de la recherche et du développement sert en réalité à favoriser une adoption plus rapide des nouvelles techniques mises au point ailleurs.

18 Cette recommandation (entre autres) est avancée par Horowitz, dans « Direct Government Funding », p. 315.

19 Les taux de diffusion relatifs de certaines innovations dans le secteur de la fabrication sont analysés dans l'ouvrage de D. J. Daly et S. Globerman, *Tariff and Science Policies: Applications of a Model of Nationalism*, Toronto, University of Toronto Press, 1976, chapitre 5. Des études de cas portant sur l'adoption de l'informatique sont présentées dans Globerman, *L'informatique dans le secteur tertiaire*.